

# A NAGYALFÖLDI ALAPÍTVÁNY KÖTETEI 7.



## KÖRNYEZETI VÁLTOZÁSOK ÉS AZ ALFÖLD



## A NAGYALFÖLD ALAPÍTVÁNY LEGFONTOSABB KIADVÁNYAI

### **Monográfiák**

RAKONCZAI JÁNOS — SZABÓ FERENC (szerk.)

**A mi Alföldünk**

Megjelent: 1996\*

RAKONCZAI JÁNOS (szerk.)

**„Szép vagy, Alföld ...”**

Megjelent: 2002

### **A Nagyalföld Alapítvány Kötetei**

1. BAUKÓ TAMÁS (szerk.)

**A Tisza és az Önkormányzatok**

Megjelent: 1992\*

2. RAKONCZAI JÁNOS (szerk.)

**Az Alföld fásítása**

Megjelent: 1994\*

3. PÁLFAI IMRE (szerk.)

**A Duna –Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái**

Megjelent: 1995\*

4. CSATÁRI BÁLINT

**Az Alföld helyzete és perspektívái. Alföld kutatási program 1991—1994**

Megjelent: 1995\*

5. LISZTES LÁSZLÓ (szerk.)

**„Ezer írás az Alföldről” — Válogatott bibliográfia**

Megjelent: 1995\*

6. PÁLFAI IMRE (szerk.)

**A víz szerepe és jelentősége az Alföldön**

Megjelent: 2000

7. RAKONCZAI JÁNOS (szerk.)

**Környezeti változások és az Alföld**

Megjelent: 2011

A \*-gal jelölt kiadványok már nem szerezhetők be. A többi kiadványt (így jelen kötetünket is) az Alapítvány megszűnését követően az Universitas Szeged Nonprofit Kft-től korlátozott példányban be lehet szerezni. Jelen kötetünk cikkei terveink szerint elérhetőek lesznek interneten az SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszékének honlapjáról (<http://www.geo.u-szeged.hu/>).



A NAGYALFÖLDI ALAPÍTVÁNY KÖTETEI  
7.

# KÖRNYEZETI VÁLTOZÁSOK ÉS AZ ALFÖLD



BÉKÉSCSABA

2011

Szerkesztette:  
**Dr. Rakonczai János**

A kötetet lektorálta:  
**Dr. Kevei Ferencné**  
az MTA doktora

Borítóterv:  
Zahorán Mária

Technikai munkatárs:  
Ladányi Zsuzsanna

Kiadja a  
**NAGYALFÖLD ALAPÍTVÁNY**

a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú, „Kutatóegyetemi Kiválósági  
Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” című projekt együttműködésével



Nyomdai munkák: Gyomapress Kft.

ISBN 978-963 85437 8 3

## TARTALOM

Előszó, avagy rekviem egy alapítványért (RAKONCZAI János)	5
RAKONCZAI János: Gondolattöredékek az Alföld környezeti változásai kapcsán	7
MEZŐSI Gábor: Az Alföld természeti képeének kialakulása	15
KERÉNYI Attila: Alföldünk klímája és nagytájunk változásai földtörténeti léptékben	25
SÜMEGI Pál: Az Alföld élővilágának fejlődése a jégkor végétől napjainkig	35
KNIPL István – SÜMEGI Pál: Két rendszer határán – Az ember és a környezet kapcsolata a sárközi dunai allúvium és a Duna–Tisza köze peremén	45
RÁCZ Lajos: Éghajlati változások az Alföldön a honfoglalástól a 19. század végéig	55
MIKA János: Regionális éghajlati forgatókönyvek előkészítése statisztikus módszerekkel	63
MOLNÁR Zsolt – BIRÓ Marianna: A Duna–Tisza köze és a Tiszántúl természetközeli növényzetének változása az elmúlt 230 évben: összegzés tájökológiai modellezések alapozásához	75
PÁLFAI Imre: Aszályos évek az Alföldön 1931–2010 között	87
SZALAI József: Talajvízszint-változások az Alföldön	97
SZALAI József – KOVÁCS József – KOVÁCSNÉ SZÉKELY Ilona: A Duna–Tisza köze csapadék és talajvízszint-adatainak vizsgálata klaszteranalízissel	111
MÓRICZ Norbert – BERKI Imre – RASZTOVITS Ervin: A Nagyalföld erdeinek állapota és hatásuk a talajvízszintre	119
KOZÁK Péter: Belvízi jelenségek az Alsó-tiszai vízgyűjtőkön az 1955–2010. közötti időszakban	127
RAKONCZAI János: Az Alföld tájváltozásai és a klímaváltozás	137
CSORBA Péter: Az Alföld tájváltozásainak tendenciái	149
KOVÁCS Ferenc: Az alföldi területhasználat és változásainak értékelése	159
MUCSI László: Beépítettség és tájhasználat vizsgálata távérzékelte adatok alapján dél-alföldi példákon keresztül	167
DURAY Balázs: Várható tájhasználati változások a Dél-Alföldön	181
VÁGÁS István: A Tisza-völgy árvízmentesítése és mai kérdései	189
BEZDÁN Mária: A vízjárás változása a Tisza Dél-alföldi szakaszán	199
KISS Tímea – SIPOS György – FIALA Károly: Az Alföld töltések közé szorított folyói	211
KÁKONYI Árpád: Duna–Tisza csatorna vagy hátsági csatorna?	223
PAJTÓKNÉ TARI Ilona: A medence-jelleg tükröződése hazánk éghajlatában és annak változásaiban	233
UNGER János: Városhklíma – hősziget – alföldi városok	245
BIRKÁS Márta: A klímaváltozás hatása a növénytermesztési gyakorlatra	257
FARSANG Andrea – BARTA Károly – BARTUS Máté – NÉGYESI Gábor – SZATMÁRI József: Szélsőséges időjárási jelenségek egyik lehetséges talajtani következménye az Alföldön: defláció okozta tápanyag veszteség becslése csernozjom talajainkon	271

DEMETER Gábor – TÓTHNÉ MAKK Ágnes – BUDAY Tamás – PÜSPÖKI Zoltán: A nyírségi pleisztocén hordalékkúp fejlődéstörténete és öskörnyezeti rekonstrukciója	283
LADÁNYI Zsuzsanna: A természeti és társadalmi környezet hatása egy Duna–Tisza közi kistájr: az Illancs környezetállapota és tájváltozásai az elmúlt évszázadban	295
MARGÓCZI Katalin – CSETE Sándor – MOLNÁR Klaudia – MONOKI Piroska: A Dél-kiskunsági sömlyékek vegetációjának változása	307
DÓKA Richárd: Tájhasználati változások, tájértékek és tájvédelem a Duna–Tisza között	315
DEÁK József Áron: A Dorozsma–Majsai-homokhát növényzete és annak főbb változásai tájléptékben	327
HOYK Edit – FARKAS Jenő – KISS Tímea: Vegetációváltozás-vizsgálatok szikes és homokos mintaterületen	339
BARNA Gyöngyi: Tájváltozás vizsgálata a Szabadkígyósi pusztán	345
BELUSZKY Pál: Alföldi táj – „alföldi út”	355
CSATÁRI Bálint: Néhány gondolat az elmúlt két évtized alföldi változásairól	363
SZANYI János – KOVÁCS Balázs: A Geotermikus energia hasznosítási lehetőségei az Alföldön	373
TAR Károly: A Kárpátok és a Magyar Alföld légcseréjének szélenergetikai vonatkozásai	379
LENTI István – KONDOR Attila: Az „energia fűz” ( <i>Salix viminalis</i> L.) termesztése Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében	389



## ELŐSZÓ, AVAGY REKVIEM EGY ALAPÍTVÁNYÉRT

Vélhetően a Nagyalföld Alapítvány utolsó kötetét fogja kezében az olvasó. Húsz év, számos hasznos, „Alföld-identitást” segítő kiadvány elkészítése után, az Alapítvány ezen kötet közreadásával befejezi tevékenységét. Vélhetően senki sem fogja megsiratni, lehet, hogy nem is fog hiányozni senkinek (hiszen tevékenysége forráshiány miatt beszűkült az utóbbi években), de sajátos szerepe miatt, mégis kár, hogy erre a sorsra jutott. De mi is fért bele ebbe a húsz évbe.

Az alapítványt 1991-ben a hat „klasszikus” alföldi megye (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád, Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok és Szabolcs-Szatmár-Bereg) Megyei Önkormányzatai alapították, melyhez szinte azonnal csatlakozott (alapító jogokkal) Heves megye is. Bírósági nyilvántartásba vétele még ugyanabban az évben megtörtént. Az alapítvány székhelye: Békéscsaba.

*Az alapítvány célja:*

- A Nagyalföld térsége helyi sajátosságokon alapuló, koordinált területfejlesztésének tudományos megalapozása,
- A Nagyalföld társadalmi-gazdasági-környezeti változását feltáró jelentősebb tudományos eredmények publikálásának támogatása,
- A Nagyalföld fejlesztésének menedzselése,
- A Nagyalföld kulturális értékeinek megőrzése és fejlesztése.

1998-ban az alapítvány közhasznú minősítést szerzett, ugyanis az 1997. évi CLVI. törvény 4.§ a/ és a 26. § c/ pontja alapján tevékenysége megfelel az alábbi követelményeknek:

- tudományos tevékenységek, kutatás,
- ismeretterjesztés,
- kulturális tevékenység,
- kulturális örökség megóvása.

Az alapítvány saját önálló (főként kiadványozási) tevékenységén túl 1998-ig évente 1–2 alkalommal pályázatot írt ki, s ezen keresztül évente 1,5–2,5 millió Ft támogatást adott első sorban kiadványokhoz, konferenciákra, kutatásokra. Miután *a megyék támogatása 1995-től akadozott, 1999-től pedig teljesen megszűnt*, s a banki kamatok is jelentősen csökkentek, az alapítvány felfüggesztette a pályázatok kiírását.

Az Alapítvány tartalmi munkáját leglátványosabban a régióhoz kapcsolódó kiadványok mutatják. Megszervezte és megjelentette az Alföldet sokrétűen bemutató két kötetet: „A mi Alföldünk” (1996) és a „Szép vagy, alföld” (2002) általános elismerést váltott ki. Változó rendszerességgel jelentet meg a „Nagyalföld Alapítvány Kötetei” sorozat, melyből eddig 6 kötet készült el: „A Tisza és az önkormányzatok” (1992), „Az Alföld Fásítása” (1992), „A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái (1994), „Az Alföld helyzete és perspektívái. Alföld kutatási program 1991–1994” (1995), „Ezer írás az Alföldről” válogatott bibliográfia (1995), „A víz szerepe és jelentősége az Alföldön” (2000), melyek közül több ma is sokat forgatott kézikönyv szerepét tölti be – mint ahogyan azt a most közre adott kötettől is reméljük.

1997 óta az alapítvány támogatásával jelent meg az „Alföldi Tanulmányok” periodika (az utolsó 2003-ban), és az „Alföldi Társadalom” 3 kötete. Az Alapítvány támogatásával jelent meg az „Alföld Kongresszus” két (II. és III.) kötete. Az Alapítvány önálló magyar és angol nyelvű kiadványokat adott ki az Alföldről a Habitat II. világkonferenciára 1996-ban (a Magyar Köztársaság nemzeti dokumentumai részeként). Pályázati rendszerén keresztül kb. további 20 kiadvány megjelenését támogatta.

Az Alapítvány 1995-en „Pro Regione – Alföldért” díjat alapított, és kezdetben évente 2 egyéni és egy kollektíva Alföldért végzett tevékenységét ismerte el. 2003 óta a díjakat nem évente, hanem több évre összevontan ítéli oda az Alapítvány, és a díjátadásra az Alföld Kongresszusokon (2003-ban és 2008-ban) került sor. Eddig 26 személy és 6 kollektíva került díjazásra.

Az alapítvány Kuratóriuma üléseit mindig az aktuális feladatokhoz igazította. Az Alapítvány működésének első 6–8 évében 3–4 ülés volt évente, később inkább csak kettő, 2004 óta azonban inkább csak egy. (Az ülések valamennyi alkalommal határozatképesek voltak.) A Kuratórium döntéseiben szinte mindig teljes volt a konszenzus, még akkor is, amikor a különböző megyék támogatásai jelentős anomáliát mutattak.

Az Alapítvány Kuratóriuma évek óta jelezte az alapítók felé, hogy érdemi döntésnek kellene születni arról, hogy fenn akarják-e tartani hosszabb távon az Alapítványt. Miután egyértelmű jelzés nem született, a Kuratórium azzal szembesült, hogy a rendelkezésre álló összeg tartalmas tevékenységre nem elegendő, ezért úgy döntött, *a tartós vegetálás helyett* a rendelkezésre álló összegből egy tartalmas, az Alföld egészét érintő, *aktuális témájú kiadványt jelentet meg* (reméljük, a jelen kötet megfelel majd a fenti kritériumoknak), és azt követően megszünteti tevékenységét. A Kuratórium jelezte az alapítók felé ennek szándékát, és kérte, hogy a megyék közgyűlései hozzák meg döntésüket az Alapítvány megszüntetéséről. Öt megyei önkormányzat már döntött a megszüntetésről, amikor a még döntés előtt álló megyék felvetették a fennmaradás gondolatát. Az, hogy lesz-e Nagyalföld Alapítvány a jövőben, így még nem dőlt el, de esetleges megújulása már egy új szervezettel valósulhat meg.

Feltétlenül kiemelendő, hogy *a Kuratórium tagjai* (akik az elnöki tisztséget rotációban töltötték be) *díjazás nélkül látták el feladatukat*. Az Alapítvány működését szervező igazgatók és a gazdasági vezető pedig jelképes összegű díjazásban részesült, amiről évek óta le is mondtak. *Színvonalas, önzetlen munkájukért köszönettel tartozunk.*

A Kuratórium tagjai a húsz év során a következők voltak:

- Bács-Kiskun megye: Hegedűsné Annus Jolán,
- Békés megye: Dr. Rakonczai János, Sziklai Zoltán,
- Csongrád megye: Széphegyi László, Gulyás Antal, Horváth Levente,
- Hajdú-Bihar megye: Dr. Matolcsi Lajos, Dr. Molnár László, Lakatos Tibor,
- Heves megye: Ebergényi András, Kun Zoltán,
- Jász-Nagykun-Szolnok megye: Lakatos István,
- Szabolcs-Szatmár-Bereg megye: Dr. Vincze István, Seres Antal, Dr. Szilágyi Dénes, Seszták Oszkár.

Az Alapítvány igazgatói: Galovitz Mihály (1996-ig), Dr. Rakonczai János.

Az Alapítvány gazdasági vezetője: Somogyi Tiborné.

Az Alapítvány húsz éves tevékenysége alatt felvállalta az „alföldiséget”, és nem más tájak kárára kísérelt meg nagytájunkért dolgozni. Működése során felül tudott emelkedni az aktuál politikán – még akkor is, amikor az alapítói háttér „színes” volt. Az alapítók bölcsességét dicséri, hogy soha nem irányult politikai nyomás a Kuratóriumra, így az szakmai alapon hozhatta meg döntéseit. Ezek a döntések pedig mindig az Alföld érdekét szolgálták. Talán például szolgálhatna ez a „nagy politika” számára is, hogy a folyamatosan előre nyomakodó helyi érdekek helyett merjen a nagytájban gondolkodni. Közösén talán jobban mennének dolgaink.

## GONDOLATTÖREDÉKEK AZ ALFÖLD KÖRNYEZETI VÁLTOZÁSAI KAPCSÁN

*Rakonczai János*

Az utóbbi időben egyre gyakrabban fogjuk a környezetünkben megfigyelhető változásokat, szélsőséges időjárási eseményeket, árvizet, belvizet, stb. a globális klímaváltozásra. Mind gyakrabban hallunk olyan magyarázatokat, hogy „persze, a klímaváltozás”. Bennem először a 2006. augusztus 20-i tragikus események nyomán mozgott meg valami, amikor a budapesti tűzijátékot elmosó nagy viharhoz kapcsolódó halálesetek kapcsán sokan a klímaváltozást emlegették végső okként. Meggyőződésem (és ezzel nem vagyok egyedül), hogy ha ez a vihar két órával később, vagy 20–30 kilométerrel odébb fejt ki hatását, nem is beszéltünk volna róla. A folyóinkon szaporodó árvizek végső okaként szintén előkelő helyre sorolják a klímaváltozást (no meg persze a hegyvidéki erdőirtásokat). Igaz ezek valamilyen módon összekapcsolódnak a klímatis eseményekkel, és azt is egyre meggyőzőbben támasztják alá tudományos bizonyítékokkal, hogy Földünk klímája jelentősen módosult az elmúlt évtizedekben (évszázadokban, évezredekben, stb.), de nagyon kényelmes dolog lenne minden változást csak egy nehezen megfogható, külső okra fogni.

Kutatóként több mint három évtizede az Alföld környezeti változásainak egy „szelével” foglalkozom, s több mint egy évtizede a klímaváltozás tájra gyakorolt hatásaival is szembesülök. A tájban végbemenő változások nagyon összetett folyamatok, ezek megértésére csak több tudomány eredményeit „összerakva” lehet vállalkozni. A Láng István akadémikus által életre hívott VAHAVA-program (a rövidítés mögött a változás–hatás–válasz kapcsolatrendszer áll) és az annak folytatásaként zajló átfogó programok multidiszciplinárisan dolgozták fel a rendelkezésre álló eredményeket, s teremtették meg a hazai klímapolitika (Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia – NÉS) hátterét. Számomra az tűnt fel ezekben az anyagokban, hogy két, a változásokat szintetizáló terület (a földtudományok és az ökológia) lényegesen kevesebb szerepet kapott, mint azt talán a jelenségek indokolhatnák. (Mellesleg a program egyik szakaszában a mi földrajzos eredményeinket is figyelembe vették.) Próbáltam megérteni ezen tudományok „mellőzöttségének” hátterét, és legalább két dolgot találtam. Az egyik az, hogy ezeknek a szintetizáló tudományoknak eleve több idő szükséges ahhoz, hogy eredményt tudjanak produkálni, hiszen csak akkor lehet szintetizálni, ha van miből. Ez tehát azt jelenti, természetes, hogy háttérben maradtak ezek a területek. A másik viszont pedig nagyon úgy tűnik, hogy egy szubjektív, a társadalomba is begyökerezett vélemény a földrajzról. Legtöbbször azt hiszik, hogy a földrajz a TV-vetélkedőkön is számon kérhető lexikai tudás (leíró regionális földrajz), és el sem tudják képzelni azt, hogy ma egy „természeti földrajzi” tanszéken olyan mindennap használt laboratóriumi eszközök vannak (Szegeden akkreditált laborban), hogy 1-2 évtizede még a vegyész tanszékeknek is „csurgott volna a nyála” utánuk, olyan terepi eszközöket használnak, mint például a georadar, vagy a hőkamera, olyan pontosságú méréseket végeznek a terepen mint a geodéták, és mindezeket a legfejlettebb informatika háttérrel fel is tudják dolgozni. Ennek ismeretében talán nem meglepő, hogy ez a „tudomány” is napi kapcsolatban van a gyakorlattal, bár sokan ezt sem tudják elképzelni. Ezt a szemléletet tükrözi az is, hogy az érettségi tárgyak tervezett átalakítása során a földrajz „kirekesztődik” a természettudományos tárgyak közül. Pedig ezen „tudomány” (térben és időben) rendszerező szerepe sokszor ma is nagyon hiányzik az életünkből.

Az előzőek inspiráltak arra, hogy meggyőzzem a Nagyalföld Alapítvány Kuratóriumát (nem kellett sokat), hogy készítsünk el egy olyan tanulmánykötetet, ami különböző – de döntően földtudományi és tájökölógiai – megközelítésekből értékeli az Alföld környezeti változásait. A nagytájra vonatkozó különböző időléptékű közelítéssel azt szeretnénk bemutatni, hogy a jelenlegi változások sok tekintetben nem előzmény nélküliek, klimatikus háttérű változások a múltban is voltak, sőt nagyobbak is voltak. A kötet azt szeretné érzékelteni, hogy egy-egy környezeti változás milyen komplex, és éppen ezért több szakterület szükséges azok megértéhez. Ahogy az imént utaltam már rá, az elmúlt évtizedekben alapvetően megváltozott a kutatások szakmai megalapozottsága is a rendelkezésre álló korszerű műszerpark segítségével. Az egykori „vak is látja”, „az az elképzelésem” módszert felváltották a pontos (akár cm pontosságú) felmérések, analitikai pontosságú kémiai elemzések, megbízható pontosságú kormeghatározások, könnyen elérhető idősoros űrfelvételek, stb., és nem akadályozzák már szigorú adminisztratív korlátok az egyedi légi felméréseket (legyenek azok hőkamerás, hiperspektrális vagy lidaros mérések). Az új lehetőségek persze új követelményeket állítanak a kutatók elé is: ma már nem elég azt leírni, hogy például „kielemeztem egy mintát”; rögzíteni kell azt is pontosan, hogy az honnan származott (pl. GPS adatokkal) és mikor történt a mintavételezés. Ezek az adatok teszik később összehasonlíthatóvá adatainkat, és ennek a pontos összehasonlíthatóságnak a hiánya okoz gondot rendszeresen, amikor egy korábbi (más kutató által felvett) eredményeket próbálunk meg felhasználni. Kötetünkben is látunk majd erre példákat. Ez persze nem jelenti azt, hogy elődeink (vagy netán egykoron magunk) rossz munkát végeztek, csak azt, hogy az új feltételek adta lehetőségeket ki kell használni, és ma már látjuk, olyan dolgok is változnak (viszonylag rövid idő alatt), amire korábban nem is gondoltunk.

Kötetünk bevezető tanulmánya (*Mezősi G.*) nagytájunk kialakulását mutatja be, azt, hogy hogyan lett több millió év alatt az egykori Pannon tengerből tó, majd folyóvizek által feltöltött síkság. A térképsorozat az értékelésekkel összevetve arra is felfigyelhetünk, hogy a már „emberi léptékkel” is értelmezhető utóbbi néhány tízezer év alatt, milyen gyökeresen átalakult folyóhálózatunk. Ezeket a „folyóeltereléseket” természetesen nem az ember végezte, hanem az alföldi medence különböző mértékű süllyedései generálták, és a folyóvíz építő-romboló ereje formálta. (Talán el is játszhatnánk a gondolattal, hogy a töltések közé szorított folyóink meddig „tűrik” ezt a kötöttséget majd – geológiai léptékben biztos csak egy pillanatig.)

*Kerényi A.* klímátörténeti összegrzése, azt mutatja be, milyen előzmények után alakult ki vidékünk jelenlegi éghajlata. Ismereteket kaphatunk arról, hogy évmilliókkal, vagy akár csak néhány százezer évvel ezelőtt, a jelenlegi hőmérsékleti változásoknál egy nagyságrenddel nagyobbak is voltak – igaz relatíve jóval lassabb idő alatt. Számot vehetünk azzal is, hogy ezek a múltbeli éghajlati változások jelentősen befolyásolták a tájfejlődést (például a hideg időszakokban a víz felszínformája csökkent, a szél pedig erősödött). S levonhatjuk azt a tanulságot is, hogy szerencsések vagyunk, mert a Föld változó klímáját tekintve jó korban születünk.

*Sümei P.* környezettörténeti kutatásai már néhány nagyságrenddel közelebbi múltunk (dominánsan az utóbbi néhány tízezer év) klimatikus, környezeti változásait mutatják be az élővilág változásain keresztül. A mindenkor élővilág alkalmazkodik a környezeti (pl. éghajlati) feltételekhez (vagy ha nem elpusztul), így annak összetétele alkalmas arra, hogy visszakövetkeztessünk az egykori klímára, vagy például az egyes



élőhelyek geomorfológia helyzetére. Természetesen a kutatási helyszínnek (régészeti feltárások, fúrások, geológia szelvények, stb.) csak pontszerű információkra adnak lehetőséget (de ezek száma folyamatosan bővül), de így is feltűnhet, hogy egy földi léptékben apró tájon milyen mozgalmas és változatos „események” történhetnek viszonylag rövid idő alatt, és az is, hogy a Pannon-medence egyidejűleg is milyen változatos életfeltételeket biztosított – sokszor éppen medence jellege miatt. A tanulmány kiváló példája annak, hogy a mai földtudomány hogyan ötvözi a korszerű anyagvizsgálati módszereket és például a térinformatikát.

*Knipf I.–Sümei P.* tanulmánya a régészet és a környezettörténet elemeit ötvözve már az „ember élte múlt” tájtörténetét elemzi. Az Alföld Duna felőli peremzónája (síksági viszonylatban) jelentős magassági különbségeket mutat. A kis távolságon belüli 10–15 méteres különbség alkalmas arra, hogy a régészet módszerével segítse az emberszemponthoz környezeti viszonyok változásának feltárását. Bevallom magam is meglepődtem azon, amit a régész szerzőtől megtudtam. Amikor az e tájon élt emberek egyik csoportja gabonátároló gödröket mélyít a földbe, majd néhány száz évvel később a másik közösség ennél lényegesen magasabban ásott kutakat létesít, akkor azzal szembeüthetünk, hogy néhány ezer éve jóval nagyobb talajvízszint változások voltak a Duna–Tisza közén, mint amilyenekkel az utóbbi évtizedekben találkoztunk. Ez is rávilágít arra, miért nem szabad „szakbarbároknak” lennünk, s milyen nagy jelentőségű a környezeti viszonyok elemzésekor a tudományok együttműködése. (Az sem véletlen, hogy az egykor szinte történelemtudományi központú régészetben ma már meghatározó szerepe van az anyagvizsgálatoknak és a földtudományoknak.)

A következő klímátörténeti cikk (*Rácz L.*) már a magyarság korának klímátörténetét tekinti át. Környezettörténeti és történeti forrásokra alapozva mutatja be, hogy az utóbbi ezer év során is jelentős klimatikus változások voltak, pedig ebben az ember szerepe lényegesen kevesebb volt.

Az első öt cikkünk tehát öt (egymással átfedő) időhorizonton keresztül értékeli az Alföld és környezetének klimatikus és környezeti változásait. Ezek alapján képet kaphatunk arról, hogy a természetes táj lényegi eleme a változás. Minél messzebbre nézünk vissza a múltba, a változások egyre kevésbé a részleteket mutatják, és egyre inkább a tendenciát jelzik. És minél inkább több lehetőségünk van az elemzésre, annál változékonyabb képet kapunk még ilyen földi léptékben kicsi, a környezetétől jól elkülönült (hegységkeret által körülvevett) tájon is.

A következő tanulmány (*Mika J.*) az éghajlati „forgatókönyvek” alapján vázolja fel vidékünk jövőben várható klímájának fő vonásait. A rendelkezésre álló éghajlati adatsorok a világban és szűkebb környezetünkben is egyértelműen mutatják a felmelegedési folyamatot. A csapadékot illetően némileg bonyolultabb a „kép”: 1881–1980 közötti száz évben mintegy 50–100 mm-t csökkent az átlag, ami nagyobb részben a nyári félévhez köthető, az 1981-től kezdődő negyed évszázadban a csökkenés tovább folytatódott (40–60 mm-rel) úgy, hogy abban a téli félév szerepe nagyobb lett. A globális éghajlati modellek eredményei alapján a jövőben is melegedő és csapadékban szegényedő klimatikus adottsággal számolhatunk (kisebb csapadékú nyarakkal és bizonytalan mennyiségű telekkel), ami azért fontos, hogy ne értékeljük túl a 2010-es csapadékos év szerepét, s tekintsük inkább „égi ajándéknak”, még ha ez következményeivel most jelentős károkat is okozott.

*A Molnár Zs.–Biró M.* szerzőpáros negyedszázados kutatás eredményeit összegzi: tájökológiai szemszögből értékeli az Alföld bő kétszáz éves változásait. Aki egy

kicsit tájékozott, tudja, hogy náluk ma aligha ismerik jobban az Alföldet botanikai szempontból (részleteiben és szintézisében együttvéve). A hazai élőhely-térképezés munkáit irányítva hatalmas tudásanyagot szintetizáltak össze (hiszen hatalmas térképi és írott adatforrást használva, számtalan terepi kutatónap mellett több száz helyi adagyűjtő felmérését is beépítették) néhány „mamut-táblázat”-ba. Fontos tapasztaltuk: az alföldi növényzet változásainak egyik fontos következménye, hogy az egyes vegetációtípusok mai állományai nem feltétlenül ott találhatók, ahol 100–200 évvel ezelőtt voltak, de emellett legtöbb növényzeti típusunk kiterjedése drasztikusan csökkent. A változásokban a tájhasználat átalakulásának meghatározó szerepe volt. Az Alföldön a korábbi szikesedési folyamatokat jellemzően a sziktelenedés váltotta fel, s a sótartalom csökkenésével a pannon flóra jellegzetes, karakteres fajait generalisták és gyomok cserélik le, s fenn áll a veszélye annak, hogy a szikes pusztáink fokozatosan gyomos legelőkkel alakulhatnak át.

*Pálfi I.* tanulmánya a klímaváltozás egyik jó azonosítható következményét, az aszályos időszakokat elemzi 80 év mért adatsorán. A szerző által kidolgozott – nemzetközileg is elismert – index jól mutatja, hogy csapadékcsökkenésnek milyen következménye van: a tíz legaszályosabb évből hét 1990 óta következett be. 1982 és 1996 között egy példátlanul hosszú, 15 éves aszályos peridus is kialakult. Azzal is szembe-sülnünk kell, hogy az ország leginkább hátrányos helyzetű területe (ebből a szempontból) az Alföld.

Az aszályos időszakok (számának és hosszának) egyenes következménye a talajvíz csökkenése. A hazai talajvíz-viszonyokat jelenleg talán legalaposabban ismerő *Szalai J.* részletes (naprakész) elemzést állított össze. Tanulmányában bemutatja azt a sokszínűséget, amit ilyen szélsőséges körülmények között a természet és a társadalom együttes tevékenysége produkál. Első pillanatra talán soknak tűnhet a bemutatott diagrammok mennyisége, de azokat értelmezve szembesülhetünk azzal, hogy megfelelő háttérismeretek nélkül, csak adatokból reménytelen lenne azokat helyesen értelmezni. Jól látszik, hogy a csapadékhiány talajvízszintre gyakorolt hatása nem mindenütt érvényesül. Sőt vannak olyan mérőhelyek, ahol antropogén hatásra (pl. települési szennyvizek elszikkasztása) a várttal ellentétes folyamatok zajlanak. A csapadék és a talajvíz-változások kapcsolatának jelentős differenciái okozzák majd azokat a különbségeket a vegetációváltozásokban, amiket a kötet későbbi részében csoportosítottunk. A tanulmány eredményei jól mutatják azt is, hogy a 2010-es rekord csapadékú esztendő ellenére is vannak olyan területei az Alföldnek, ahol nem tudott helyreállni a tartós száraz időszak előtti állapot. Ezt a cikket egészíti ki egy a talajvíz és a csapadék területi eloszlásának kapcsolatát feldolgozó matematikai elemzés.

A vegetáció közül az erdő állományok azok, amelyek mindenki számára leginkább mutathatják a klímaváltozás következményeit. *Móricz és társai* kötetünkben az erdők talajvízre gyakorolt (korábban elég ellentmondásosan megítélt) szerepét értékelik, kiegészítve azt a klimatikus összefüggésekkel. A vizsgált nyírségi mintaterületen egyértelműen látszik a tölgyes talajvízre gyakorolt hatása. Fontos megállapításuk, hogy a klímaváltozással összefüggő talajvízszint-csökkenés jelentős hatással van az erdők egészségi állapotára, és a szárazodó klíma a kártevőknek is kedvez. A szerzők egy másik, egész országra kiterjedő értékelésükben (Berki et al 2010) több klímaváltozással kapcsolatos megállapítást is tesznek: így például megállapítják, hogy az elmúlt időszak klímaváltozásának hatására csökkent a fafajok növekedése, számos erdőtársulásban tömegesen pusztulnak ki a szárazodást gyengébben toleráló fajok. Megállapítják

azt is, hogy a klimatikus határhelyzetben levő bükkösök súlyos károkat szenvedtek egyes hazai területeinken a tartós szárazság miatt.

És itt érdemes egy rövid kitérőt tenni. Kötetünkben találhatunk több grafikont is, amelyek mutatják a szélsőséges hazai csapadékeloszlást. (A klíma-prognózisok az éghajlatváltozás egyik következményeként éppen a szélsőségek növekedést jelzik.) Ez azt jelenti, hogy még ha az átlagos csapadékmennyiség nem is csökkenne jelentősen, a szélsőségesség akkor is nagy veszélyt jelent, különösen egyes fák növények esetén. Hallgatóimnak a következő analógiával próbálom ezt megmagyarázni: tegyük fel, hogy nekem átlagosan meg van az elegendő mennyiségű levegőm naponta, de ha ennek eloszlása olyan, hogy egy fél órára nem kapok semmit, akkor már nem ér sokat, ha akár a következő órában dupla mennyiség is jutna. Így jártak egyes (bükk vagy régebben egy kicsit bővebb kapcsolatrendszerbe a kocsánytalan tölgyes) erdeink is. De emlétenék még egy másik saját tapasztalatot is. Több általam ültetett, ereje teljében levő gyümölcsfa pusztult ki az 1999–2000-es szélsőséges csapadékelállottság miatt. Az ok: egyik évben a tartós belvíz nyomán a mélyebb gyökérzet károsodott, a fa lombkoronájának jelentős része kiszáradt, majd a következő év szélsőséges szárazsága nyomán a nagyobb mélységig megrepedezett földből – a még funkcionáló gyökérzet körül – tűnt el a teljes nedvesség, a fák teljes kiszáradásához vezetve. (Természetes, öntözéssel ez elkerülhető lett volna – ami szélsőséges helyzetek aktív kezelésére irányítja rá a figyelmet, erről szól később Birkás M. tanulmánya.)

A 2010-es szélsőséges csapadékú év különösen aktuálissá tette *Kozák P.* belvízről készült elemzését. Megállapításait tömören úgy összegezhetnénk, hogy a belvíz egy természeti háttérű jelenség, de károkozásában gyakran meghatározó szerepe van a nem körültekintő emberi tevékenységnek, rossz mezőgazdasági gyakorlatnak és az elvárható öngondoskodás hiányának.

A következő tanulmány (a sajátom) jelentőségét a cikk végi ábrában összefoglalt kapcsolatrendszer igazolásában látom. Eszerint egy tartós csapadékcsökkenés a talajvíz–talaj–vegetáció kapcsolatrendszeren keresztül akár egy emberelő alatt is jelentős tájváltozásokat okozhat. A vegetációváltozás jó indikátora lehet egy terület klímaérzékenysége. A változások területileg igen differenciáltak, de ezen nem is lehet csodálkozni, hiszen (mint Szalai J. tanulmányában láttuk) már a talajvízváltozás is nagyon különböző, azaz ahol nincs tartós talajvízcsökkenés, ott el sem indul az átalakulási folyamat.

A következő 4 tanulmány a tájváltozások, a területhasználat különböző összefüggéseit vizsgálja. *Csorba P.* egy történeti ívet von a tájhasználat átalakulásába. Ezt egészíti ki *Kovács F.* átfogó területi elemzései. *Mucsi L.* a városi területek átalakulására, az agrár táj felszabdaltságának változásaira, az egykori tanyás tájak átformálódásra mutat példákat. *Duray B.* cikke a tájhasználat-változás modellezésre mutat példát.

A következő három cikk a szaporodó árvízi problémákra mutat be többirányú megközelítést. *Vágás I.* – aki évtizedeken át operatív irányítója volt a területi szintű árvízi védekezésnek – a Tisza szabályozásainak áttekintő, történeti vonatkozásokkal kiegészített értékelése után röviden elemzi annak aktuális vonatkozásait. Megállapítja, hogy a tiszai árvizek szempontjából meghatározó a folyó igen kicsi vízszín-esése – különösen nagyvizek idején. A helyzet tovább romlik, amikor a folyón visszaduzzasztásos helyzet alakul ki. Ilyen fordult elő például 2006-ban, amikor a Duna árvize megelőzte a Tiszáét, akadályozva annak levonulását. Összehasonlítva a Duna és a Tisza vízszín-eséseit megállapítható, hogy a Tisza lényegesen kisebb esései okozzák az árvizek levonulásának igazi nehézségét, az egyéb okokat kisebb jelentőségűnek tartja. A

szerző gyakorlati tapasztalatai alapján erősen kételkedik abban is, hogy kellően sikeres lehet a Tisza mentén a véstározós árvízi védekezés, éppen a folyó kis esése miatt. Az előző cikket egészíti ki *Bezdn M.* tanulmánya, aki a vízszín-esések problémája mellett a – szinte figyelmet sem kapó – duzzasztó művek megváltozó üzemrendjének következményeire is utal, hiszen ezek tovább rontják az egyébként is alacsony esést. *Kiss T. és társai* a töltések közé szorított folyóink megváltozó tulajdonságait elemzik sokrétűen. Bemutatják, hogy a hullámterek feltöltődése is komoly szerepet játszik a folyók vízvezető-képességének romlásában. A töltések közé szorított folyók természetes mederfejlődése kényszerpályára kerül, jelentősen átalakulnak a mederkeresztmetszetek, s ezek kedvezőtlen hatással vannak a vizek levonulására.

Ha valaki elolvassa ezeket a tanulmányokat, talán nem csak a rendszeresen visszszakosznó „hegyvidéki erdőirtásokban” és a klímaváltozásban keresi az árvízveszély növekedését a Tisza-vízrendszerben, hanem az emberi beavatkozás következményeiben is. De talán még arra is rá kell jönnünk, hogy az egyesek által időnként feldobott „állítsuk vissza az eredeti – töltések nélküli – állapotot”, vagy építsük meg a Csongrádi-vízlepcsőt, nem lenne megoldás aktuális gondjainkra.

*Kákonyi Á.* az elmúlt másfél évtizedben aktuálisnak tűnő Duna–Tisza közí vízpótlás egy sajátos megközelítését vázolja fel a hátsági csatorna gondolatával. És itt nem kerülhetjük meg a rendszeresen vissza-visszatérő Duna–Tisza csatorna érintését. Szakmai felelősségem teljes tudatban állíthatom, jelenleg nincs olyan gazdasági vagy környezeti ok, ami a csatorna megépítését indokolná. Ennek részleteire terjedelmi okok miatt nem térek ki, csak néhány „kinyilatkoztatásszerű” megjegyzést tennék. A vízi szállítás a Tisza vízrendszerén gyakorlatilag nincs, az azt esetlegesen kiszolgáló infrastruktúra hiányzik, mint ahogy érdemi mennyiségű szállítási igény sincs. A DTCs egyik tervezett nyomvonala sem oldaná meg a Duna–Tisza köze vízhiányos területeinek vízpótlását, hisz közvetlenül nem is érintené azokat. A vízpótlásra más olcsóbb, de közgazdaságilag még mindig drága megoldások találhatók. A csatorna esetleges megépítése sokkal komolyabb károkat okozna a táj természetes vízkészleteiben, mint amilyen hasznot remélhetnénk tőle. Még ha egy fajta „ajándékként a tájnak” elven épülne is meg, nagy valószínűséggel az üzemeltetése is megbukna a gazdaságosság próbáján.

A következő két tanulmány klimatológiai megközelítésű. *Pajtókné Tari I.* éghajlatunknak a medence jellegből következő sajátosságait mutatja be. Unger J. a városi hősziget kialakulásának hátterét, és annak konkrét példáit mutatja be különböző méretű és beépítettségű alföldi városokban. Ennek apropóján is érdemes egy megjegyzést tennünk. Sokan úgy gondolják, hogy a globális felmelegedés és a városi hősziget is jó lehetőség arra, hogy a téli fűtésszámlák kisebb legyen. Ez igaz is, de amit ezen megspórolunk, azt kamatostul kifizetjük légkondicionálók üzemeltetésekor a nyári időszakban.

A következő két tanulmány a klímaváltozás (és a környezeti változások) talajtani következményit elemzi. *Birkás M.* az agrárszakember szemszögéből értékeli a környezeti változások mezőgazdasásra gyakorolt hatásait. Megállapítja, számos példát találunk arra, hogy a növénytermesztés korábban bevált – évszázadok alatt kifejlesztett – módszerei kevésbé alkalmasak az időjárási szélsőségek kivédésére, ezek a helyzetek szakértő elbírálást igényelnek, fel kell, illetve fel is lehet rájuk készülni, és szakmai választ kell rájuk adni. Ennek módszereiről ad áttekintést a cikk. *Farsang A. és szerző-társai* a defláció okozta talajkárosodást értékelik.



*Demeter G. és társai* a hordalékkúpok fejlődésének korszerű megközelítéssel elvégzett elemzését mutatják be a Nyírség példáján. A cikknek konkrét és ábrákkal látványosan dokumentált eredményei mellett, leginkább szemlélete miatt érdemes elmélyedni a munkában a síksági területekkel foglalkozó geológusoknak és geomorfológusoknak. Bevett gyakorlat volt ugyanis a legutóbbi időkig, hogy ha két nem túl távoli fúrásszelvényben hasonló üledékeket találtak, azokat a földtani metszetek készítése során egymásnak megfeleltették – mint összetartozókat. Ez nagy horizontális kiterjedésű tengeri üledékeknél nem gond, viszont a folyóvízi üledékekkel feltöltött területeken többnyire nem ad valós megoldást. A folyó ugyanis folyamatosan magasítja a feltöltődés során környezetét, és egy időben nagyon különböző üledéktípusokat (fácieseket) rak le. Ahhoz, hogy el lehessen végezni egy terület fejlődésének elemzését, először szükség van az egykori folyó egy állapotához tartozó fáciesek térbeliségének meghatározásra. Csak ezek figyelembevételével kaphatunk valós térbeli üledékkapcsolatokat. A kutatásnak főként az alkalmazott vízföldtanban nagy jelentősége.

A következő hat cikk az Alföld kis- és középtájainak példáján értékeli főként a klímaváltozás (eltérő) következményeit. *Ladányi Zs.* a klímaváltozás káros következményei által leginkább érintett Illancs vidékének természetes és antropogén okokra visszavezethető változásait elemzi. *Margóczy K. és társai* a dél-kiskunsági „sömlék”-ek vegetációváltozását mutatják be. Megállapítják, hogy itt a klímaváltozás hatásai kevésbé érvényesülnek. (Ez egyébként jól magyarázható azzal, hogy a talajvíz kevésbé csökkent, vélhetően a hátság magasabb területe felől érkező felszín alatti áramlás következményeként.) Fontos megállapításuk még, hogy a tájhasználat változása (a legeltetés visszaszorulása) miatt a mintaterület természetessége javult, a zavarástűrő fajok száma csökkent. Ezzel ellentétes folyamatokat mutatnak be *Hoyk E. és társai* a homokhátság szikes és homokos területein. Ott a csapadék és talajvízviszonyok átalakulása miatt jelentős változások regisztrálhatók, a táj arculata a vegetációváltozások miatt folyamatosan átalakult, például a szikes tavakra jellemző vegetációs zónák is eltűntek. A legeltetett területeken is jól megfigyelhető annak következménye, szegényedik, átalakul a vegetáció, melyben előre törnek a gyomfajok. *Dóka R.* a Duna–Tisza közti tájhasználati változásokat elemzi, szem előtt tartva a tájvédelmi tervezés kérdéseit. *Barna Gy.* egy dél-tiszántúli természetvédelmi oltalom alatt álló terület három évtized alatti változásait értékeli, melynek során jól dokumentálhatóak a klimatikus okokra visszavezethető talajátalakulások, illetve vegetációváltozások.

Az Alföld természettudományos megközelítésű környezeti változásait két társadalom-földrajzi megközelítésű cikk követi. *Beluszky P.* a tőle megszokott tisztánlátással ad áttekintést az „alföldi út” sajátosságairól. A történeti áttekintés a táj és a társadalom folyamatos egymásra hatását mutatja, és végül megállapítja: *nem a természeti viszonyok terelték az „alföldi útra” e nagytájunk társadalmi-gazdasági fejlődését, de hogy ez az út úgy alakulhatott, ahogy, abban jelentős szerepe volt különféle áttételeken keresztül a „táji környezetnek” is.*

*Csatári B.* az utóbbi két évtized alföldi változásait elemzi – tárgyilagosan, és nem kevés keserűséggel. Megállapítja, elszomorító tanulsága az elmúlt két évtizednek, hogy az 1989–1990-es rendszerváltás kezdeteinek lelkes, jövőbe mutató és igen progresszív szakmai és civil kezdeményezései egyre inkább elhalványulnak. A táj fejlesztése érdekében számtalan kutatási program készült, sok – később megvalósulatlan – politikai döntés is született. A szerző egykoron az Alföld kutatási program irányítója volt. A programról írt összegző kötet általa írt (de jómagam által szerkesztett) utószavának első mondatára

(1995-ből) máig emlékszem, és ide is másolom: „A kutatások eredményeként született akadémiai és kormányzati állásfoglalások, határozatok áttanulmányozása után úgy érezheti az olvasó, mintha múlt időben íródott volna a régiónk jövője”. Ezzel arra utalt Csatári, hogy a kötet megjelenésekor már rég lejártak azok a hivatalosan is kihirdetett határozatok, amelyeket az Alföld fejlesztést céloztak. Azóta újabb 16 év telt el, és az eredménytelenség nyomán a nagytáj összetartó erői is darabokra hulltak.

A kötetünk 3 záró tanulmánya egy kicsit a jövőbe tekint: a megújuló energiák három alföldi hasznosítási lehetőségét mutatja be. *Szanyi J. és Kovács B.* cikke az Alföld geotermikus adottságait, *Tar K.* a szél energiapotenciált elemzi, *Lenti I. és Kondor A.* pedig az energiaháló hasznosítási lehetőségeit értékeli.

Az Alapítvány „búcsúköteté” kicsit vastagra sikeredett, és biztosan hiányolhatók belőle további táji elemzések. A szerkesztő örömeire szolgál, hogy a felkért szerzők szinte kivétel nélkül kedvező választ adtak, és önzetlenül készítették el tanulmányaikat. A cél egy sokoldalú, több idő-keresztmetszetű kötet elkészítése volt, az Alföldön dolgozó, annak változásait alaposan ismerő kutatókkal. A szerzők az Alföld (és környéke) egyetemeit, főiskoláit, kutatóintézetait képviselik, de bekapcsolódtak a munkába tudományos kutatást végző gyakorlati szakemberek is.

Talán sikerült meggyőzni az olvasót, hogy az Alföld környezeti változásai, a sejtethető klímaváltozása nem előzmény nélküli. Azt el kell fogadni, fel kell ismerni következményeit, és együtt kell vele élni. A táj ilyen. Folyamatosan változik, s ezek a mennyiségi változások időnként minőségi változásokba is átcsapnak.

Bízunk benne, hogy a kötetben (és annak interneten is elérhető változatában) minden a tájunk sorsa iránt valamilyen szinten érdeklődő olvasó megtalálja s számára érdekes mondanivalót, s a cikkekhez kapcsolódó gazdag irodalom a további, mélyebb összefüggések megértését is segítik majd.

### **A jelen kötetben túlnyúló, hivatkozott irodalom**

- Csatári B. 1995: Az Alföld helyzete és perspektívái. Alföld kutatási program 1991–1994. – A Nagyalföld Alapítvány Kötetei 4. Békéscsaba. 99 o.
- Berki I.–Móricz N.–Rasztovits E. 2010: A klímaváltozás hatása Magyarország erdeire. In: Mezei I.–Barabas D. (főszerk.): Földrajzi szemelvények határok nélkül. Pécs–Budapest–Kassa. 44–48.

# AZ ALFÖLD TERMÉSZETI KÉPÉNEK KIALAKULÁSA

*Mezősi Gábor\**

## 1. Az Alföld medencéjének kialakulása

Az alaphegységet tekintve a Kárpát-medence két – a Közép-magyarországi szerkezeti vonallal elválasztható – egységre bontható, amelyek csak a középidő végére kerültek csak egymás mellé. A vonaltól ÉNy-ra az ALCAPA megnevezésű egység lemez-tömbjei is csak a harmadidőszak elején (mintegy 50-60 millió éve) forrtak össze. A másik egység részei a Tethys-óceán északi, illetve az európai lemez déli peremén elhelyezkedő, az ún. Tiszai (emlékezve a Prinz-féle Tisiára is) és a Dácia lemezek anyagaiból álltak össze. Ez utóbbiak határozták meg a tágabb értelemben vett Alföld kiterjedését. Az átlagosan 3000 méter mély aljzatban ma található legidősebb, szárazulati formálódást mutató részek a Mecsekaljától a Duna–Tisza közégig, illetve a Körösökig három sávban követhetők. A felső karbon–perm fejlődési szakaszt homokkő, agyagpala jellemzi, amely fiatalodva vörös színű homokkővekbe megy át (meleg, száraz éghajlatot jelezve). Ezek a képződmények az ősföldrajzi elemzések szerint delta- és folyóvízi eredetűek és már a permbe sorolhatóak. A kréta végétől kapcsolódott össze a Tiszai- valamint a Dáciai-egység, és így alakult hasonlóan a fejlődésük.

Az Alföld medencéje (a geotudományban ehhez a területileg nagyobb Pannon-medence fogalma illeszthető) intenzívebb alakulása a miocén kezdetéhez köthető. Maga a medence formálódása a Külső-Kárpátok óceáni kérgének szubdukciójával (az így fellépő húzóerőkkel), illetve ezzel összefüggésben a kontinentális kéreg elvékonyodásával, ún. „ívmögötti medence” létrejöttével magyarázható. A vékonyabb, betolódó vízdús litoszférolemez lecsökkentette a köpeny olvadáspontját, ami magma-képződéshez is vezetett, amivel a medence-perem miocén közepi vulkáni tevékenysége is magyarázható.

A süllyedő medencében jelentős tengeri üledék halmozódott fel, de a tenger nagyon eltérő mélységű volt: legmélyebb pontjain akár 900 méteres mélységű lehetett, ami a peremeken jóval kisebb értékeket mutatott. A klíma mellett a Mediterrán felőli tengeri kapcsolat megszűnése miatt a medence egyre sekélyebbé vált és tóvá alakuló víztömeg fokozatosan 8–12%-os sótartalmúvá édesedett. Ilyen körülmények között a tó besűrűsödött volna (ez a szarmata végén rövidebb időre ki is alakulhatott), de a víz-háztartás úgy tudott helyre állni, hogy a sós víz jelentős része – feltehetően a Vaskapun keresztül – leszivárgott, és a csapadékból származó utánpótlás egyensúlyt tudott tartani a vízállásban (Müller 2000).

A hegységeknek a medence süllyedésével lépést tartó emelkedése, és az ezzel kapcsolatos lepusztulás nagy mennyiségű üledékanyagot termelt. A süllyedő medencét jelentősen feltöltötték a beleépülő deltaképződmények, a peremein pedig a környező hegyekből érkező folyók raktak le hordalékot. A sekélyebb területeken agyag- és mészmárga, homokkő, a mélyebb tengerrészekben aleurolit és agyag, a szegélyterületeken homok, kavics és konglomerátum rakódott le több ezer m vastagságban (Hartai 2005). A Pannón-medence folyamatos és intenzív süllyedésének mértékét a kb. 7 millió éves létezése alatt képződött 3000–4000 m vastag üledékes rétegsor jelzi. A plio-

---

\* Dr. Mezősi Gábor, tanszékvezető egyetemi tanár, a földrajztudomány doktora, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

céntől a megszűnő tavi üledékképződés helyett a szárazulati térszínre jellemző folyóvízi felszínformálódás folyt.

A negyedidőszak 2,5 millió éve alatt folytatódó tektonikus (főként süllyedést jelentő) folyamatok a medence nagy szerkezetét is tovább formálták, de hatásukra kialakult az a folyóvízi homok, lösz stb. formacsoport, amely ma az Alföld felszíni domborzatát alkotja.

## **2. Hordalékkúpok alakulása és tektonikus mozgások az Alföldön a negyedidőszakban**

A Kárpát-medencét elfoglaló Pannon-tenger a miocén végén beltővé zsugorodott, amelynek maradék tagját többen „Alföldi tó”-ként említik (Borsy 1989, 1. ábra). A alföldi medence feltöltésében (a delta-képződmények után) jellemzően a hordalékkúpok játszottak döntő szerepet. A számos kisebb méretű, a hegyekhez és dombságokhoz kapcsolódó (törmelék- és) hordalékkúp mellett a síkságok karakterét, ökológiai jellegét, környezeti értékeit és mai gondjait is néhány nagyterjedésű hordalékkúp határozza meg. Az Alföldön hordalékkúp képezi a Duna–Tisza köze, a Nyírség, és a Körös–Maros köze alapját (2. ábra). A nagy kiterjedésű képződmények mindegyikének kialakulása a pleisztocénhez köthető, hiszen ekkor rendelkezésre álltak formálódásuk tektonikai, klimatológiai, litológiai és hidrológiai feltételei is. A negyedidőszaki hordalékkúpok fejlődése a sok közös vonás ellenére kissé eltérően alakult.

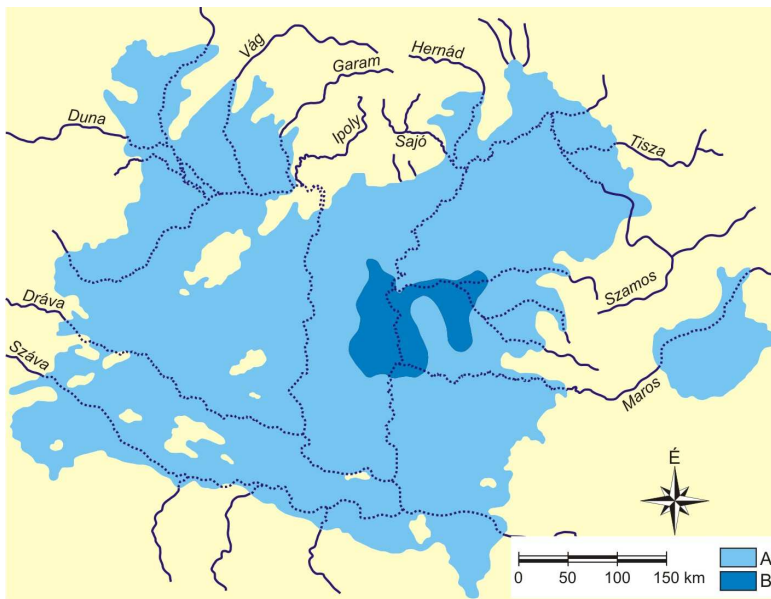
A Duna–Tisza közét alkotó hordalékkúpot az Ős-Duna építette fel. Ez a folyamat a negyedidőszak nagy részén át addig tartott, míg a folyó el nem hagyta a hordalékkúpját. A Kiskunság területén a hordalékkúp képződés gyakran megszakadt, a vízutánpótlás olyan mértékben lecsökkent, hogy ekkor lösz, illetve futóhomok akkumulálódott, létrehozva az ezen üledékek váltakozásából álló sok száz méter vastag üledéktestet. A Nyírség 200–300 m vastag hordalékkúpját a Bodrogot összetevő, a würm közepéig itt biztosan aktív folyók, a középső és déli részeken pedig a pleisztocén egyes szakaszaiban az Ős-Tisza és az Ős-Szamos is építette. A folyók más irányú lefolyása, valamint a negyedidőszak végi emelkedés miatt a vastag homokos felszín az Ny–ÉNy-i területen vékonyabb löszborítást is kapott, a K–DK-i részeken pedig a szárazzá váló felszínen a szél homokformákat alakított. A Maros nagyterjedésű legyezőszerű hordalékkúpjának a pleisztocén kori története arról szól, hogy a folyó épp milyen irányban tért ki az ÉNy-i csapású fő tengelyétől. Ez inkább északi irányú volt és az Ős-Maros ennek megfelelően gyakran a Körös-vidék központi részeihez csatlakozott, de ismerünk olyan helyzetet is, amikor a főág a palást délnyugati pereme felé csúszott le, amiről a würm kori Temes és Béga menti Maros teraszok árulkodnak (Lovász 2006). A Maros jelenlegi futásiránya és szerkezete csak a würm végével kezdődően alakult ki.

A Kárpát-medencében a negyedidőszak folyamán – átlagosan 0,2 mm/év ritmussal – folytatódott azoknak a kéregdaraboknak a süllyedése, amely mozgás a miocén folyamán többnyire már megkezdődött. Így az Alföld és a Dráva-árok területei mind pleisztocén folyóvízi üledékekkel töltődtek fel, és csak kisebb síksági felszínekre jutott különböző típusú löszborítás (pl. a Mezőföld, Körös–Maros köz). Ennek a süllyedésnek a mértéke átlagosan 3–400 m volt. Ezzel párhuzamosan a mai dombságok és középhegységek ebben a 2,5 millió évben mintegy 2–300 m-t emelkedtek (az emelkedés és vele együtt az intenzívebb erózió már a késő pliocénben megindult).

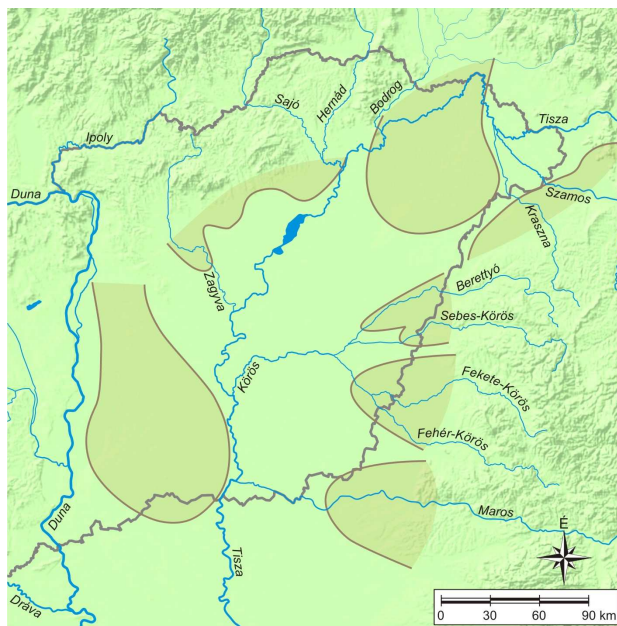
A szedimentológiai elemzések nem mutattak üledékhíányt a felső-pannon és a pleisztocén rétegek között, így szerkezetileg azokat lényegében nem lehet elválasztani



(Rónai 1985). A medencében a pleisztocén kezdetére azonban két nagyobb, folyamatosan süllyedő helyi üledékgyűjtő alakult ki: a Dél-Tiszavölgy (a lerakódott üledékek vastagsága Mindszenten 660 méter, de egyesek szerint akár ezer méter vastag is lehet a Makói-árokban) és a Körös-medence (4–700 m negyedidőszaki üledékvastagság), melyek a helyi erózióbázisai voltak a hegységperemek felől érkező vízfolyásoknak. Az Ős-dunai vízrendszernek a Dél-Tiszavölgy, az Ős-tiszainak pedig a Körös-medence volt a fő üledékgyűjtője.



1. ábra. Az „Alföldi-tó” a legnagyobb (A) és a pliocén végi legkisebb (B) kiterjedés idején (Borsy 1991 szerint)

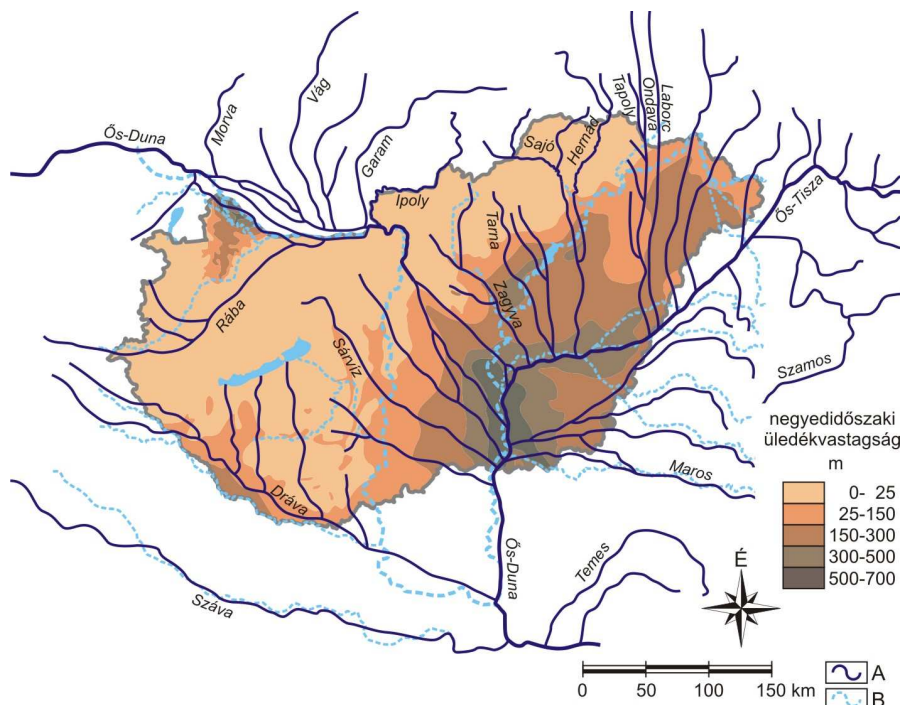


2. ábra. Hordalékkúpok az Alföldön (Hámor 2001 és Nádor et al. 2005 után)

### 3. Az Alföld folyóhálózatának kialakulása

Az Alföld felszíni formáit elsősorban a folyóvizek, valamint a szél eróziós és akkumulációs munkája alakította. Ezért is tekintjük át e folyamatok negyedidőszaki változásait, tudva, hogy az Alföldön az antropogén hatás jelentősen átrajzolta ezeket a formákat, átalakította a hatófolyamatokat, kultúrtáját hozott létre. Ezen intenzív hatás ellenére az Alföld tájféldrajzi tagolása mégis természettörténeti alapú, hordalékkúpokhoz és árterekhez kapcsolódik.

Az Alföld folyóinak kialakulása időben főként a pleisztocénhez, a helyzetüket tekintve pedig a kialakult/kialakuló hordalékkúpokhoz és tektonikus mozgásokhoz illeszthető. Noha az utóbbi évtizedekben jelentősen gyarapodtak ismereteink a vízrendszer formálódásával kapcsolatban, de a több nem egyértelmű adat miatt a megrajzolt kép olykor mégis inkább modellszerű. Az Alföld vízrajzát főként a Duna és a Tisza folyásirányának változásai szabályozták. Korban eltérő volt a Duna, a Tisza és a mellékvizek megjelenése, ill. folyásirányuk jelentősebb módosulása. A Duna (pontosabban az Ős-Duna) alföldi szakaszát Cholnoky-ig visszanyúlva sokan elemezték. 1910-ben ő nem csak a Kárpát-medence nyereséges vízháztartása mellett foglalt állást, hanem feltételezte a Dunakanyartól D-re levő szakasz folyamatos (a jelenlegivel azonos) É–D-i irányát. Ezt az elképzelést Sümeghy (1944) vízhálózat képéről szóló rekonstrukciója alakította át. Ennek két alapvetően új eleme volt, az egyik az Ős-Duna–Ős-Ipoly folyásirányainak bemutatása a pliocén végén, másrészt a negyedidőszakban az Ős-Duna átfolyásának a Duna–Tisza közéhez kapcsolása (3. ábra).



3. ábra. A vízhálózat a negyedidőszak elején és közepén  
(Borsy 1989, Gábris–Nádor 2007 adatainak felhasználásával).

A - vízhálózat a negyedidőszak elején, B - jelenkori futásirány

Az Ős-Duna a Dunakanyaron átjutva a lejtésiránynak megfelelően az Alsó-Tisza vidék északi részébe csatlakozott. (A Jászság süllyedése csak később vált intenzívebbé és kapott folyásirány módosító szerepet.) Ennek következményeképp nagyméretű hordalékkúpot épített a Duna–Tisza közén, amely e terület ilyen eredetét elfogadottá tette. Sikerült igazolni, hogy a Pesti-síkság kavicsos teraszképződményei követhetők az alföldi rétegsorban, noha a Pesti-síkságon teraszos a rétegződési sorrend, a Duna–Tisza közén pedig (mivel a negyedidőszakban jellemzően több száz métert süllyedt a terület) normális. A Duna–Tisza közén átfolyó Ős-Duna folyásiránya a pleisztocén elejétől a würm közepéig jelentősen nem változott. A rétegsort 50–100 m mélységig folyóvízi homok uralja, majd a felszín felé folyóvízi homok, futóhomok és lösz váltakozik, jelezve a folyóág-rendszernek és a környezetnek idő- és térbeli változásait (Lóki et al 1981).

A futásiránynak a mai észak-déli irányba történő áttevődésére több magyarázat is született. Mai ismeretek alapján a bajai és kalocsai süllyedékek mintegy 30–40 ezer éve történő aktiválódása adhat leginkább magyarázatot a változásra (Jaskó–Krolopp 1991). A folyásirány-változás kora geomorfológiailag is behatárolható, ugyanis a késő-würmnél (II/a) idősebb teraszok hiányoznak a jelenlegi Duna-völgyben (Pécsi 1959), ami arra utal, hogy akkor a folyó még a Duna–Tisza közén DK-i irányba (normális rétegződést követve) folyt. Az áttevődésre születtek más megoldások is: például a hordalékkúpról történő lecsúszás, a folyóra ható Coriolis-erő eltérítő ereje, illetve akár a würmben megújuló ÉNy–DK-i keresztöréseket aktivizálódása is szerepet játszhattak ebben a mozgásban (Jámbor 2001).

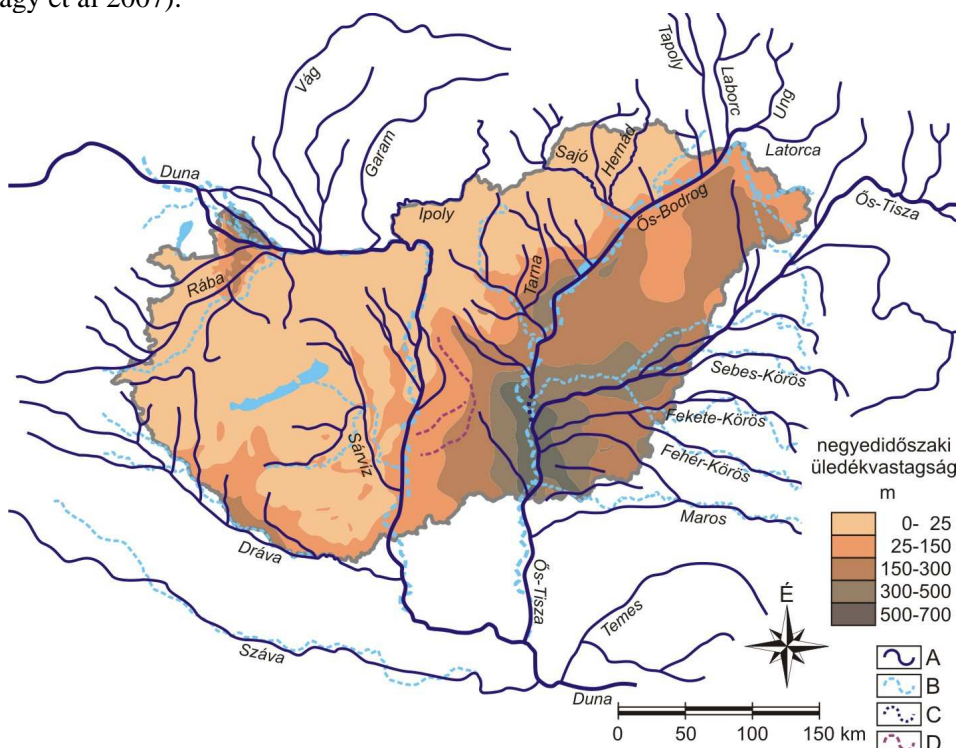
A Dunántúli-középhegységben eredő folyók, mint például az Ős-Sárvíz, a Duna–Tisza közén keresztülfolymva ugyancsak a Dél-Tiszavölgy süllyedékébe ömlöttek (3. ábra). A Duna megjelenése szakította el a tápláló területétől a keleti Mecsekből érkező patakokat, amely a Bácskai-síkvidék folyóvízi hordalékkúpnak az alapját építették.

Ebben a rendszerben a mai Tarnától keletre minden vízfolyás a Körös-medencébe torkollt. A Körös és a Dél-Tiszavölgyi medence között létezett kapcsolat: a Körös-medence vize a mai Kurca torkolat magasságában jutott el a Tisza rendszerébe (ami aztán levezette a medence vízfeleslegét).

A tiszai vízrendszerrel kapcsolatban a legtöbb vitát keltő kérdés az volt, hogy mikor és milyen pályán vezetődött le a Tisza, a Szamos és a Kraszna vize (a Vaskapu irányába)? A Tisza és a Szamos a negyedidőszak nagy részében az Érmelléken keresztül érték el a körösi üledékgyűjtő medencét, de olykor a Nyírség déli részét is építhették. Borsy (1989) <sup>14</sup>C-es, Félegyházi et al. (2003) geomorfológiai adatokkal támasztották alá, hogy a Tisza a Szatmár–Beregi-síkság süllyedése miatt mintegy 20–22 ezer éve hagyta el az Érmelléket, és a Szatmár–Beregi-síkság – Bodrogek – Rétköz süllyedék-rendszerén keresztül jutott el az Alföld középső részébe. Ez a logika a Bodrogot össze-  
tevíő folyók nyírségi átfolyását a Tisza megjelenésével zárja. A Tapoly, az Onadava, a Laborc, az Ung és a Latorca valóban hosszú ideig átfolyt a Nyírségen, a maguk után hagyott hidrogeográfiai bizonyítékok az ún. nyírvízlaposok megőrződtek a felszínen. Ebben a modellben a Nyírség több száz méter vastag hordalékkúpját alapvetően a Bodrogot felépítő folyók emelték, és ez a hatás a pleisztocén végéig tartott (Borsy 1989). A Nyírség futóhomokformái a szárazulattá válást követően az utolsó eljegesedés idején (19–23 ezer cal BP. év) tudtak ezen a hordalékkúpon kialakulni, amit annak emelkedése is segített.

Az újabb vizsgálatok szerint az Alföld süllyedése a negyedidőszak folyamán térben és időben egyenlőtlenül zajlott le, és ez érinthette a würm második felében a Bod-

rogköz és a Közép-Tisza vidék területét is. A változás motorja a Jászsági-medence megújuló ritmusú süllyedése lehetett. Ezen süllyedéssorozat alapján Gábris–Nádor (2007) feltételezik egy, a fenti süllyedéseket felfűző Ős-Bodrog megjelenését (4. ábra). Ez teljesen átalakíthatja a korábban megfogalmazott vízhálózati képet, hiszen így a Bodrogot összetevő folyók már a Tisza megjelenése előtt önálló rendszert alkothattak. Azt, hogy az Érmellék–Berettyó rendszer mellett létezett egy viszonylag nagy vízhozamú másik folyó a Tokaj–Szolnok vonalon már Frányó (1992) és Gábris (2002) is felvetették, majd nagy felbontású szeizmikus szelvények elemzésével létét is igazolták (Nagy et al 2007).



4. ábra. Egykori folyóhálózat a késő-pleisztocénben  
(Borsy 1989 és Gábris–Nádor 2007 alapján)

Gábris és Nádor (2007) szerint a Tisza áttevődése az Érmellékből (1. kép) a Szatmár–Bereg–Bodrogeköz–Rétköz süllyedékbe nem 20–22 ezer éve, hanem később történhetett. Az Érmellék menti süllyedés üteme ugyanis kb. 14 ezer éve mérséklődhetett, és ugyanakkor erősebbé vált a Bodrogeköz süllyedése valamint a Nyírség emelkedése. Ezek együttes hatására a Tisza először a Bodrogeköz felé folyt, majd innen hirtelen délkeleti irányba fordulva az Ős-Bodrog korábbi medrét érte el. Az újabb elemzések szerint a Szamos is feltehetően más változási ritmust követett, ugyanis Félégyházi et al (2003) szerint az mintegy 14–16 évvel ezer ezelőttig az Érmelléken folyt le. Az utolsó évtized elemzései azt mutatják, hogy a mai folyók a jelenlegi folyásirányaikat csak tízezer éve foglalták el ebben a régióban (Thamó Bozsó et al 2007).

A Maros kialakulásakor először az Erdélyi-medence beltavát töltötte fel, majd interkollin völgyben haladva érte el az Alföldet. Itt a nagy mennyiségű szállított hordalékát lerakva a pliocén végétől nagyméretű, 80–100 km-es, legyezőszerűen szétterülő



hordalékkúpot épített. A negyedidőszak folyamán a hordalékkúp tengelyében levő Maros a mindenkori aktuális lejtésiránynak megfelelően alakította folyásirányát. A negyedidőszakra jellemző volt a Körösvidék felé történő lefolyás, de a Maros würm teraszokat épített ki Dévától a Temes és a Béga mentén is. Az időszak végén a Maros a Körös medencéből a Dél-Tiszavölgybe tette át lefolyását, és ennek a folyamatos délre tolódásnak számos hidrogeográfiai emléke maradt (például olyan egykori főág-maradványok, mint a Száraz-ér). A szakaszosan délre áttevődő Maros-ágak között volt lehetőség, hogy „infúziós lösz” tudjon felhalmozódni.



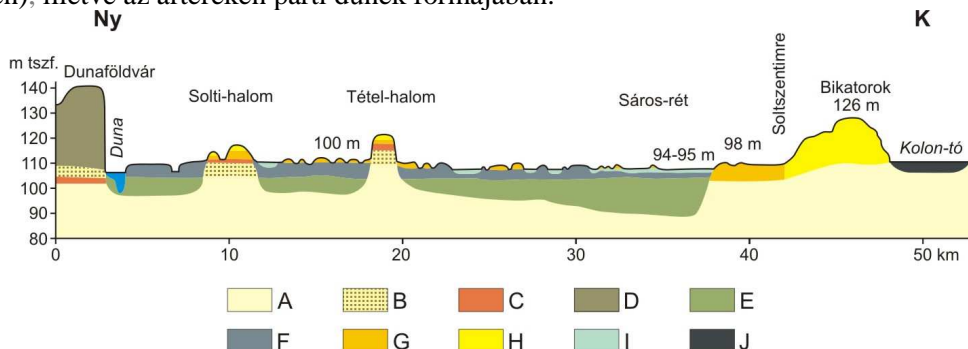
*1. kép. Az Ér-völgy Alföldre nyíló völgye Pocsajnál (Kiss T. felvétele)*

#### **4. AZ Alföld löszös és futóhomokos felszínei**

Az Alföld felszínfejlődésének fontos szakasza volt, amikor a felszínére a pleisztocénben nagy vastagságban lösz települt, és a hordalékkúpok homokfelszíneit a szél eróziós-akkumulációs formákkal fedte be. A löszfelszíneken kitűnő, termékeny talajok képződtek, és ezek a kőzetek a síkságok kevés építőanyagának egyik forrását is jelenthetik, a hazai téglagyárak ma is alapanyag szükségletüket löszből és folyóvízi agyagból nyerik.

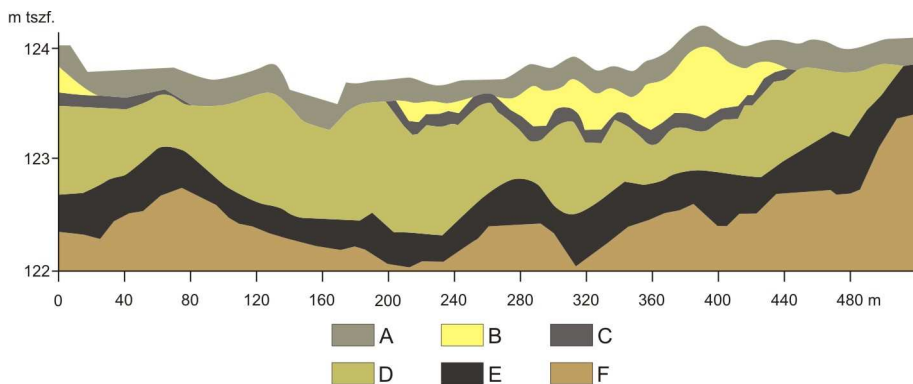
Az Alföld legjellegzetesebb löszfaját, a szél által akkumulált anyagú típusos löszök képviselik, amelyeknél a poranyagot a szél elszállította, lerakta, ami aztán a diagenezis révén, pusztai vegetáció mellett lösszé alakult. Ilyen pl. 60 m-es vastagságban kifejlődött mezőföldi vagy a jóval fiatalabb nagykunsági lösz. Hasonló kialakulásúak az ún. infúziós löszök is (egyeseke „alföldi lösz”-nek nevezik): esetükben a poranyag nedves térszínre (pl. egykori ártérre) hullott, és ott alakult lösszé (pl. Körös–Maros köz). A Paksi és Dunaföldvári lösz-sorozatok a negyedidőszak idősebb részeit jól reprezentálják, a sorozatokban található paleotalajok az egykori környezeti viszonyokról adnak információt. A legfiatalabb (würm végi) Dunaújváros–Tápiósüly környéki löszök képződéskor pl. a százaz-hideg éghajlat mellett a felszín tundra-jellegű talaj boríthatta. A löszterületek kisformái közül a löszdolina (amely 1–2 m mélységű lefolyástalan formát jelent), a löszkút, a lejtős tömegmozgásos formák és az antropogén hatásra kialakuló löszmélyutak a legtipikusabbak.

Az Alföld területének mintegy harmadát-negyedét fedi szélhordta homok, amely legnagyobb kiterjedésében hordalékkúpokon – így a Duna–Tisza közén és a Nyírségben – található. Ezen kívül előfordulnak homokformákkal borított területek a folyók mentén is: a teraszokon (pl. a Duna II/b teraszán), a szigeteken (pl. Csepel-sziget), az ártérből kiemelkedő eróziós halmokon (pl. Solti-síkon – 5. ábra, vagy a Bodrogházban), illetve az ártereken parti dűnék formájában.



5. ábra. A Solti síkság domborzati keresztmetszete (Pécsi 2002 alapján)

A-pannon agyag, B-pannon homok, C-vörös agyag (pliocén-miocén), D-löss 3-4 eltemetett talajjal, E-dunai homokos kavics, F-apró kavicsos homok és folyóvízi homok, G-homokos lösz és löszös homok, H-eolikus homok, I-öntéshomok, homokos lösz, ártéri lösz, szikesedett lösz, a mélyedésekben és elhagyott meanderekben réti, lápi agyag, J-Kolon-tó tözeges üledékkel



6. ábra. Az eredeti, megközelítőleg 2500 éves felszínt többször betakarta a futóhomok, míg a mozgás szüneteiben talajok képződtek, csökkentve a felszín eredeti szintkülönbségét (Nyári et al. 2008)

A: jelenkori szántott talaj, B: 15. századi futóhomok, C: Árpád-kori talaj, D: i.sz. 3-9. századi homokrétégek, E: szubboreális/szubatlanti paleotalaj, F: kora holocén futóhomok

A homokterületek kialakulásának általános menete főbb vonásaikban hasonló volt az összes hordalékkúpon. A magasabb helyzetű, laza üledékes felszín szárazabbá vált, amelyen a munkaképes szelek megkezdték a homok kifúvását és különböző formákba való felhalmozását. Míg a pleisztocén homokmozgások valószínűleg minden futóhomok területet érintettek, addig az eolikus tevékenység intenzitása és kiterjedése eltérő lehetett a holocén során. A holocén elején több homokvidéken (pl. Duna–Tisza köze, Dél-Nyírség) is előfordult homokmozgás, a holocén második felében azonban a természeti hatásokat már egyre inkább felülírhatták az antropogén hatások, amelyek következtében újra mozgásba

lendülhetett a homok (6. ábra). A 18–19. században az intenzív tájhasználat következtében jelentős arányban fordultak elő szabadon mozgó homokfelszínek. Az újabb elemzések szerint viszont Fülöpháza nagy futóhomok buckái mindössze 300–350 évesek (2. kép). A homokterületek meghatározó formái a Cholnoky által leírt szélbarázda – garmada – maradékgerinc forma-együttesbe, illetve a parabolabuckák csoportjába tartoznak.



*2. kép. Egymás mögött sorakozó garmadák Fülöpházán (Fábián T. felvétele)*



*3. kép. Kiskunsági szikes tó (M. Andéra felvétele)*



## Irodalom

- Borsy Z. 1989: Az Alföld hordalékkúpjainak negyedidőszaki fejlődéstörténete. Földrajzi Értesítő 37. pp. 211–224.
- Borsy Z. (1991) Blown Sand Territories in Hungary. Zeitschrift für Geomorphologie 90, pp. 1–14.
- Félegyházi E.–Lóki J.–Szabó J. 2003: A folyó őstörténete, a mai Tisza kialakulása az Alföldön. In: Teplán I. (szerk.): A Tisza és vízrendszere. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest pp. 29–41.
- Gábris Gy.–Nádor A. 2007: Long-term fluvial archives in Hungary: response of the Danube and Tisza rivers to tectonic movements and climatic changes during the Quaternary. Quaternary Science Reviews. Volume 26, Issue 22–24, pp. 2758–2782
- Hámor G. 2001: Magyarázó a Kárpát-medence miocén ősföldrajzi és fáciestérképéhez. MÁFI, Budapest 67 o.
- Hartai É. 2005: Magyarország földtana. ME, Miskolc <http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/mof04.htm>
- Jaskó S.–Krolopp E. 1991: Negyedidőszaki kéregmozgások és folyóvízi üledék-felhalmozódás a Duna-völgyben Paks és Mohács között. MÁFI évi jelentés 1989-ről, Budapest pp. 65–82.
- Jámbor Á. 2001: Quarternary. In: Haas J. (szerk.): Geology of Hungary. Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 265–278.
- Kerényi A.–Kocsisné Hodos E: 1990. Lösslepusztulási formák és folyamatok kvantitatív vizsgálata. Földr. Értesítő 39. 1. pp. 29–54.
- Lóki J. 1981: Belső-Somogy futóhomok területeinek kialakulása és formái. Acta Geographica Debrecina, pp. 18–19, pp. 81–111.
- Lovász Gy. 2006: A pleisztocén–holocén hordalékkúpok fejlődés-típusai Magyarországon. Tiszelelektét Hahn Gy.-nek. Egyetemi Kiadó, Miskolc pp. 117–121.
- Müller P. 2000: Az újabb neogén. In: Karátson D. (szerk.): Pannon Enciklopédia. Kertek kiadó, Budapest pp. 127–129.
- Nádor A.–Thamóné B. E.–Magyari Á.–Babinszki E.–Dudko A.–Tóth Z. 2005: Neotektonika és klímaváltozás együttes hatása a Körös-medence késő-pleisztocén vízhálózat-fejlődésére. MÁFI Évi Jelentése, 2005. pp. 131–147.
- Nagy Á.–Tóth T.–Sztanó O. 2007: A „harmadik folyó” – Pleisztocén folyóvízi üledékek ultranagy felbontású szeizmikus szelvényeken a Tisza Tiszadob–Martfű közti szakaszán. Földtani Közlöny 137/2. pp. 239–260.
- Nyári D.–Kiss T.–Rosta Sz.–Sipos Gy.–Geiger J. (2008) Emberi tevékenység következtében történt geomorfológiai változások vizsgálata egy Kiskunhalas melletti régészeti ásatás területén. 4. Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen, [www.geography.hu](http://www.geography.hu)
- Pécsi M. 1959: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalaktana. Akadémiai Kiadó, Budapest, 345 o.
- Pécsi M. (1996): Geomorphological regions of Hungary. MTA FKI, Budapest p. 136
- Sümeghy J. 1944: A Tiszántúl. Magyar tájak földtani leírása, 6. Budapest, Magyar Királyi Földtani Intézet, 208 p.
- Thamó-Bozsó E.–A. S. Murray–Nádor A.–Magyari Á.–Babinszki E. 2007a: Investigation of river network evolution using luminescence dating and heavy mineral analysis of Late-Quaternary fluvial sands from the Great Hungarian Plain. Quaternary Geochronology 2, Issues 1–4 pp. 168–173.



# ALFÖLDÜNK KLÍMÁJA ÉS NAGYTÁJUNK VÁLTOZÁSAI FÖLDTÖRTÉNETI LÉPTÉKBEN

Kerényi Attila\*

## 1. Bevezetés

A globális léptékű klímaváltozás napjainkban a környezeti problémák legsúlyosabbikaként terjedt el a köztudatban – nem teljesen alaptalanul. Mivel a mi felfogásunkban (ld. később) egy emberöltőhöz képest lassú folyamatról van szó, a földtörténeti múlt éghajlatváltozásai adhatnak támpontot a környezeti következmények reális megítéléséhez. Munkánknak az a célja, hogy a földtörténeti közelmúlt (elsősorban a pleisztocén jégkorszak) klímaváltozásait jellemezzük, és röviden értékeljük, hogy azok milyen hatással voltak Alföldünk tájváltozásaira. A tájváltozásokat erősen leszűkítve, elsősorban a felszíninformáló folyamatok változásaiként mutatjuk be, kizárólag e kiadvány szerkesztési szempontjai figyelembevételével. Miután külön tanulmányok születnek az Alföld élővilágáról, vizeiről, domborzatáról, talajairól, vagyis az egyes tájtényezőkről, az átfedéseket elkerülendő korlátoztuk mondandónkat a fent említett módon. A holocén jellemzésénél azonban elkerülhetetlen a növényzet változásaira utalni, hisz a klímaingadozás egyes szakaszait a jellemző növényekről nevezték el. Mindenekelőtt fontosnak tartjuk bemutatni az éghajlat és az éghajlatváltozás fogalmának eltérő értelmezéseit, ill. meghatározni, hogy ebben a tanulmányban mit értünk éghajlatváltozáson.

## 2. Az éghajlat és az éghajlatváltozás értelmezése

Az éghajlatváltozás fogalmának értelmezéséhez szükségesnek tartjuk az éghajlat és az időjárás közötti különbség ismertetését is. Götz (2004) szerint „*az időjárás a légkörnek egy adott t időponthoz tartozó állapota, illetve az állapotnak a múlt idő során tanúsított tranziens viselkedése. Az éghajlat szűkebb értelemben magának a légkörnek, tágabb értelemben pedig a légkör és a vele érintkező geoszférák együttese által alkotott éghajlati rendszernek a  $t \rightarrow \infty$  folyamán tanúsított szokásos (állandósult) viselkedési módja.*”

Ha az időjárás és az éghajlat viselkedését tudományos módszerekkel vizsgáljuk, az egyik legfontosabb közös tulajdonságukként azt állapíthatjuk meg, hogy mindkettőre jellemző az állandó változás. Nem mindegy azonban a változások időléptéke, sőt a mértéke sem.

Götz szerint ugyan nincs olyan természetes időbeli határ, amely elválasztja az időjárási folyamatokat az éghajlati folyamatoktól, módszertanilag mégis célszerű különbséget tenni időjárási és éghajlati időskála között. Elméleti és gyakorlati megfontolások alapján a 30 napnál rövidebb időszakok az időjárási időskálát, az egy hónaptól a végtelen felé terjedő, de véges időszakok az éghajlati időskálát jelentik.

A tudományos vizsgálatok céljára ezek a határértékek bizonyára megfelelőek, de geológiai léptékben még a 10 éves időszakok is túl rövidnek tűnnek. A WMO (Meteorológiai Világszervezet) a klimatográfia jelenlegi operatív munkájához 30 éves időszakot (1961–1990) ír elő vonatkoztatási alapként. Ezt tekintjük normál éghajlati állapot-

---

\* Dr. Kerényi Attila egyetemi tanár, az MTA doktora, DE, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen

nak. Ha ehhez viszonyítjuk az adott hónap, évszak vagy év tényleges éghajlati állapotát, akkor az eltérést éghajlati anomáliának nevezzük. Ebben a felfogásban az éghajlat megváltozásáról akkor beszélhetünk, ha az anomáliák időszora a klímaállapot statisztikailag szignifikáns módosulását bizonyítja.

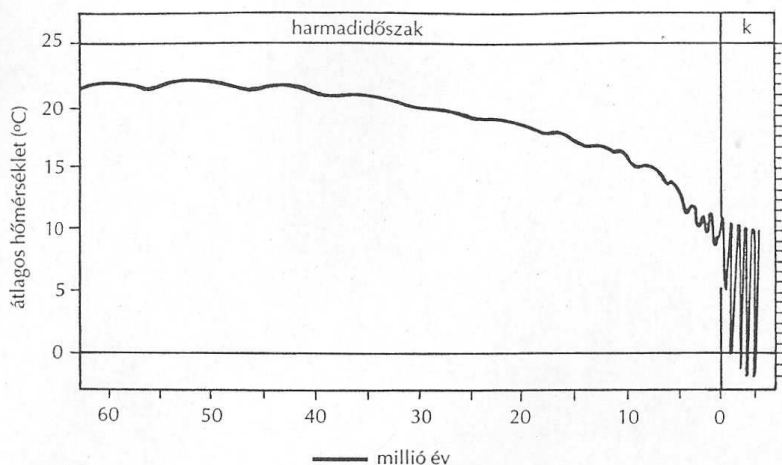
Az emberiség jövője szempontjából azonban a nagyobb mértékű változások jelentenek komoly veszélyt. Ebből a szempontból is fontosnak tartjuk a geológiai múlt éghajlatváltozásait, ezeken belül a pleisztocén eljegesedéseket és felmelegedéseket (interglaciálisokat és interstadiálisokat), már csak azért is, mert *a holocén nem más, mint egy interglaciális*. Ezért tehát a továbbiakban éghajlatváltozáson az interstadiálisokra jellemző, legalább 3 °C-os globális felszíni középhőmérséklet-változással jellemezhető időszakokat értjük, míg a holocén folyamán bekövetkezett 1–2 °C-os globális változásokat (pl. „kis jégkorszak”) klímaingadozásoknak nevezzük.

### 3. A pleisztocén jégkorszak globális felszíni középhőmérsékletének változásai

A harmadidőszak beköszönte előtt a földtörténeti középidő globális felszíni középhőmérséklete jellemzően 20 °C fölött lehetett, és ez az állapot az újidő kezdetére (a harmadidőszak elejére) is jellemző volt (1. ábra).

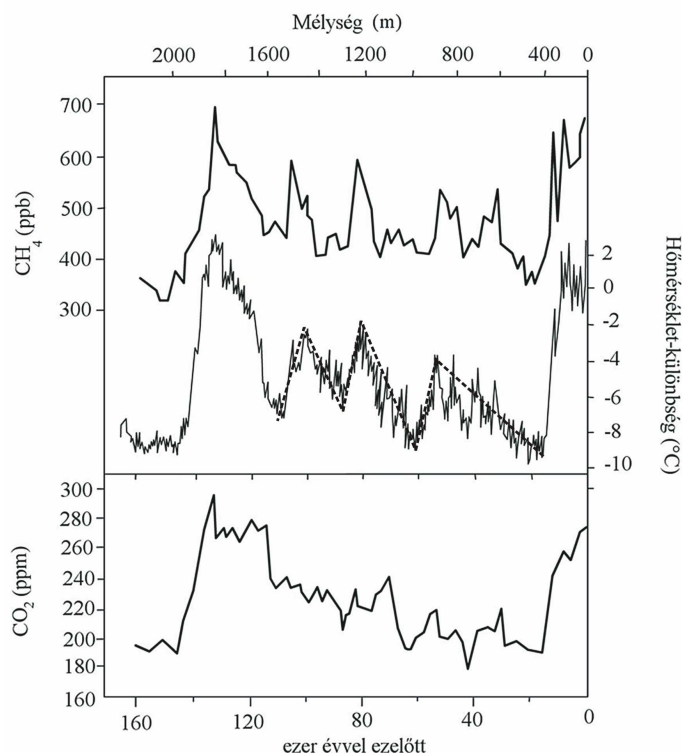
Mintegy 40 millió évvel ezelőtt csökkenni kezdett a globális felszíni középhőmérséklet, eleinte lassabban, később egyre gyorsabban: értéke a negyedidőszak kezdetére 10 °C-kal (22–23 °C-ról kb. 12–13 °C-ra) csökkent. A pleisztocén jégkorszakhoz közeledve a földfelszíni középhőmérséklet egyre nagyobb kilengéseket mutatott, s a jégkorszakban 8–10 °C-os „ugrásokkal” hol hidegbe, hol melegbe csapott át (1. ábra). Fontos azonban, hogy ebben az esetben az „idő” tengelyen millió éves léptéket alkalmaztunk.

Ha azonban más időléptékben ábrázoljuk a hőmérsékletváltozásokat (2. ábra), kiderül, hogy ilyen mértékű változásokhoz 10–20 ezer évre volt szükség: a felmelegedések gyorsabban, a lehülések lassabban mentek végbe (2. ábra). Az ábrán az is látszik, hogy a lehülés során gyakori hőmérsékletingadozások játszódtak le, míg a felmelegedésekre ez kevésbé volt jellemző.



1. ábra. A Föld középhőmérsékletének változása a harmad- és negyedidőszakban  
(n: negyedidőszak, az ábrán a nulla vonal a negyedidőszak kezdetét jelenti)

(Forrás: Mészáros E. 2001)



2. ábra. A metán és a szén-dioxid koncentrációjának változása, valamint a hőmérséklet jelenlegitől való eltérése az elmúlt 160 ezer évben, az antarktiszi jégminták analízise alapján.

Forrás: Chapellaz et al. 1990 (in Mészáros E. 2001)

A geokémiai kutatások nagy eredménye, hogy a tengeri üledékek vizsgálata alapján rekonstruálni lehetett a tengervíz múltbeli hőmérsékletét. Az antarktiszi és a grönlandi jégbe zárt légbuborékok pedig alkalmasnak bizonyultak a légkör gázösszetételének meghatározására, több százezer évre visszamenőleg is. A légbuborékokban található oxigénizotópok mennyisége, illetve az ezek alapján számított arányok segítségével pedig, Dansgaard (1986) módszerét alkalmazva, meg tudták határozni a légköri hőmérsékletet.

A 2. ábrán a természetes üvegházgázok közül a két legfontosabb koncentrációjának és a globális középhőmérsékletnek a változásait követhetjük nyomon az elmúlt 160 ezer évre vonatkozóan. A görbék hirtelen irányváltásai az ábrázolt tényezők között szoros kapcsolatot mutatnak: a szén-dioxid és a metán koncentrációjának növekedésével hőmérséklet-növekedés, csökkenésével alacsonyabb hőmérséklet jár együtt. Mivel mindkét gáz üvegházhatású, kézenfekvőnek látszik a következtetés, hogy az üvegházgázok koncentrációjának növekedése melegebb klímát, csökkenése pedig globális lehűlést okoz, s ez magyarázza a glaciális és interglaciális időszakok beköszöntét. E logikus érveléssel szemben létezhet egy másik, ugyancsak ésszerűnek tűnő gondolatmenet. Elképzelhető az is, hogy a két gáz koncentrációja és a globális hőmérséklet valami egyéb (pl. csillagászati) tényező vagy tényezőcsoport miatt változik egymással összhangban.

A Föld pályaelemeinek változásai – Milanković számításai alapján – kellő magyarázatot adnak a pleisztocén jégkorszak hőmérsékletváltozásaira. Ha a tengervíz a besugárzás növekedése miatt melegszik, a víz gázoldó képessége csökken, azaz a víz-

ben oldott  $\text{CO}_2$  és  $\text{CH}_4$  egy része a légkörbe kerül (pozitív visszacsatolás) – így magyarázatot kapunk a hőmérsékletnövekedéssel egyidejű légköri koncentrációnövekedésükre. A felmelegedési időszakokban a szárazföldi élővilág (különösen az erdők fontosak) terjeszkedik, és a vízi élőlények is gyarapodnak.

A biomassa fotoszintetizáló része (ez teszi ki a biomassa túlnyomó részét) egyre több  $\text{CO}_2$ -t von ki a légkörből (negatív visszacsatolás), így a felmelegedések során – a két ellentétes folyamat eredményeként – idővel megáll a  $\text{CO}_2$ -növekedés. A metán kissé másképp viselkedik. A lápokban, mocsarakban, a feltöltődő tavakban és a sekély tengeröblökben az elpusztult élőlények bomlása következtében metán keletkezik. Ezért ennek a gáznak a légköri gyarapodási üteme akkor lassul le, ha a nedves élőhelyek területe egyre lassabban növekedik. Szárazodó és hűvösebbé váló klímában a metánkibocsátás csökken, és a légköri metán szén-dioxiddá oxidálódik, így a metán koncentrációja egyre kisebb lesz.

A csillagászati paraméterektől függő hőtöbblet még egy fontos pozitív visszacsatolást eredményez az éghajlati rendszer működésében. A Föld hatalmas vízfelületén megnő a párolgás mértéke, és a légkörbe kerülő vízgőz még nagyobb üvegházhatást fejt ki, mint a szén-dioxid és a metán együttvéve. Ezek a mechanizmusok járulhattak hozzá, hogy a földfelszín globális hőmérsékletének emelkedése gyorsabb ütemű volt a felmelegedések során, mint azt a csillagászati számításokból várhatnánk.

A 2. ábrán megfigyelhető, hogy a globális hőmérsékletváltozások „ugráló” jellegűek, azaz geológiai értelemben gyors lehűlések és felmelegedések eredőjeként több tízezer év alatt nő vagy csökken a földfelszín hőmérséklete akár  $8\text{--}10^\circ\text{C}$ -ot is. A lehűlés lassabban megy végbe, mivel ebben a szakaszban kevesebb pozitív visszacsatolási folyamat működik. Az ugráló jelleget – feltételezések szerint – a nagy óceáni szállítószalag időnkénti leállása, ill. újraindulása okozhatja (Broecker 1987, Czelnai 1999).

#### **4. A pleisztocén klímaváltozásainak hatása az Alföldre**

Alföldünk pleisztocén fejlődéstörténetében két tényező játszott meghatározó szerepet: a tektonizmus és az éghajlat. Nagytájunk egészére a süllyedő térszín volt jellemző, de a süllyedés mértéke térben és időben változott. A legerőteljesebb süllyedés a Dél-Alföldön, a Körösök vidékén és a Dél-Jászság területén volt. A legmélyebb medencékben  $400\text{--}700$  m vastagságú pleisztocén rétegsor halmozódott fel (Rónai 1972). A feltöltésben meghatározó szerepe volt a folyóvizeknek és egyes időszakokban az eolikus felszínformálásnak. E kétféle felszínformálás alapvetően éghajlatfüggő folyamat. Kutatóink az üledékek vastagságából, szemcseösszetételéből (kavics, homok, iszap, agyag aránya), minőségéből (szerves anyag aránya,  $\text{CaCO}_3$ -tartalom stb.) következtettek a Kárpát-medencében uralkodó éghajlati viszonyokra, a regionális klíma változásaira. Bár az éghajlat meghatározó paramétere a hőmérséklet, egyáltalán nem elhanyagolható az egyéb tényezők, különösen a csapadék és a párolgás, s ez utóbbit – a hőmérséklet mellett – erősen befolyásoló szélviszonyok. Az Alföldön (és általában a Kárpát-medencében) a pleisztocén eljegesedési időszakaiban periglaciális éghajlat uralkodott  $150\text{--}200$  mm-es csapadékkal, hideg, hosszú telekkel, hűvös nyarakkal, egész évben szeles időjárással. Ez az éghajlat alkalmas volt az eolikus felszínformálásra és a löszképződésre. Az interglaciálisokban a maihoz közel hasonló lehetett nagytájunk éghajlata.

Az alsó pleisztocén nedvesebb időszakaira tehető a Duna kavicsos hordalékainak lerakása, majd a Pesti-síkság hordalékkúp-teraszainak kialakulása. Az alsó-pleisztocén

durvább folyóvízi rétegei Kecskemétnél 200–250 m, Kiskunfélegyházánál már 500 m mélyen húzódnak a felszín alatt (Martonné 1995). Az erre rakódott rétegek váltakozóan nedves és száraz klímára utalnak. A würm (jégkorszak) első részében szárazabb, hideg klímában megindult a mai Kiskunság eolikus átformálása, amit azok az eolikus rétegek bizonyítanak, amelyek Kecskemét környékén a felszín alatt 38 m mélységig előfordulnak (Borsy 1987). Ehhez az is kellett, hogy a Duna – Szeged környékének erősebb süllyedése és a hordalékkúp ÉK-i részének megemelkedése miatt – a würm folyamán fokozatosan a mai helyére vándoroljon.

Eközben az Alföld K-i területeit az Ős-Tisza és mellékfolyói formálták. E tanulmánynak nem célja, hogy a hordalékkúpok fejlődését és a folyók többszöri irányváltoztatását bemutassa. Utalunk azonban arra, hogy a periglaciális éghajlaton a ritka növényzet csekély felszínvédő hatása miatt a folyóvízi erózió és akkumuláció gyorsan ment végbe, a hordalékkúpok gyorsan fejlődtek a folyók gyakori irányváltoztatásaitól kísérve. A würm felső-pleniglaciálisban az utóbbi 140 ezer év leghidegebb időszaka következett be az Alföldön, ami szárazsággal párosult. A hordalékkúp-síkságok nagy területei ármentessé váltak, így a száraz felszíneken az erős északias szelek hatására eolikus felszínformálás kezdődött el (Martonné 1995). A homokmozgás fő időszaka 27000–20000 év között játszódtott le (Borsy 1991), s ennek során a homok sok folyómedret feltöltött, és nagyon sok alföldi területen változatos buckás felszíneket hozott létre. A Nyírségen és a Nagykunságon kívül a Bodroghözben, a Rétközben, a Nagykunság északi részén, a Hajdúhát területén, a Hevesi homokháton, a Közép- és Dél-Mezőföldön és még számos kisebb-nagyobb területen alakultak ki futóhomok felszínek.

Kb. 20000 évvel ezelőtt kissé nedvesebbé (de nem nedvessé!) vált a klíma, miközben megmaradt az alapvetően periglaciális jellege. A valamivel dúsabb növényzet nagy részben megkötötte a mozgó homokot, és megkezdődött a hullópor felhalmozódása, a löszképződés. A hullópor több helyen homokbuckákat takart be, s ez az eolikus lösztakaró ma is megtalálható pl. a Nyírség északnyugati és a Hajdúhát északi részén, mintegy konzerválva a korábbi futóhomok-formákat.

A késő-glaciálisban (13000 évvel ezelőtt) az éghajlat melegebbé, a mai interglaciális, vagyis a holocén éghajlati viszonyainak kialakulása következett be (lásd 1. ábra). A hőmérséklet geológiai léptékkal mérve gyorsan emelkedett, és a csapadék mennyisége is nőtt. A melegebbé és nedvesebbé váló éghajlaton egyre gazdagabb növényzet alakult ki, amely egyre inkább megakadályozta a homokmozgást, és teret engedett a mai zonális talajok képződésének.

A klíma melegebbé trendjére az időnkénti hőmérséklet- és csapadékingadozások is jellemzőek voltak, így a képződött talajokat helyenként és időnként az átmenetileg mozgásba lendült futóhomok eltemette. Ilyen folyamat játszódtott le pl. a fiatalabb Dryasban (10800–10200 évvel ezelőtt). Ezek a futóhomok-mozgási periódusok már nem érintettek akkora kiterjedésű területeket, mint a korábban említett felső-pleniglaciális időszakban (Martonné 1995).

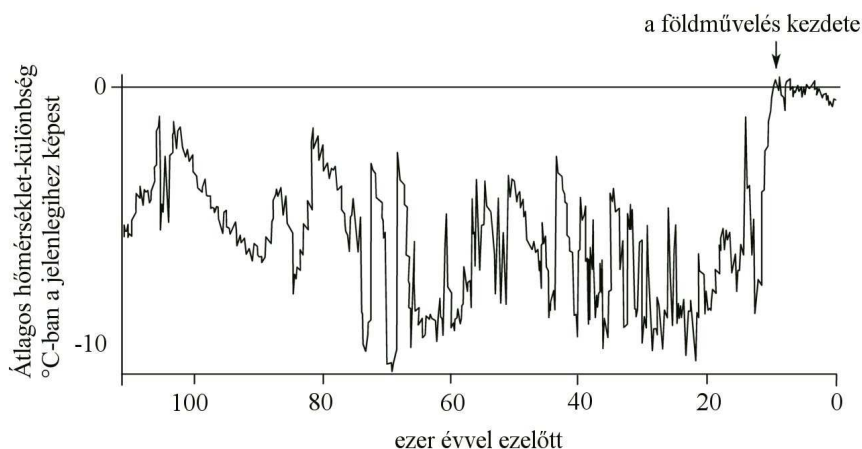
## **5. A holocén éghajlat-ingadozásai és azok hatása az alföldi tájra**

Az 1. ábrán jól látszik, hogy a pleisztocén nagy hőmérsékletváltozásaihoz képest (glaciálisok, interglaciálisok és interstadiálisok) a holocénban jóval szerényebb hőmérsékletingadozások játszódtak le: éghajlati szempontból az elmúlt 160 ezer év legstabilabb időszakának minősül. Sok szakember nem tartja véletlennek, hogy elődeink a

holocén elején kezdték el a földművelést, amely a „termékeny félhold” (Közel-Kelet) vidékéről fokozatosan terjedt el Európa belső területei felé.

Ebben a stabilnak nevezett éghajlati periódusban is voltak lényeges hőmérséklet-ingadozások, és az éghajlat más paraméterei is változtak. A mezőgazdasági termelés szempontjából a hőmérséklet mellett a csapadékviszonyok játszottak hasonlóan fontos szerepet, sőt az éghajlat e két jellemzője a természetes vegetáció változásait is meghatározta.

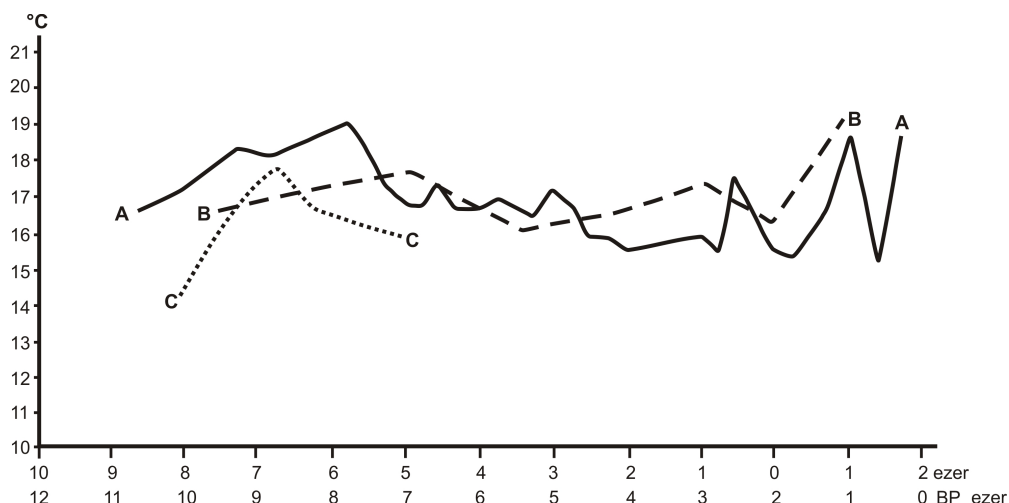
A hőmérsékleti viszonyokat sokféle módszerrel kísérelték meg felderíteni a kutatók. Az Antarktisz és Grönland jégtakarójából vett légzárványok vizsgálata a globális és a regionális (Észak-Atlanti-óceán és környezete) hőmérsékleti viszonyok meghatározására alkalmas. A grönlandi jégminták levegőzárványainak elemzéséből kapott eredmények (a sziget viszonylagos térbeli közelsége miatt) jól felhasználhatók a Kárpát-medence klímaingadozásainak értelmezéséhez, ill. kontrolljához is. A 3. ábrán megfigyelhetjük, hogy az ezek alapján készített hőmérsékleti görbe a holocénra jellemzően 1 °C-os ingadozást mutat. Kétségtelen azonban, hogy az ábrán alkalmazott időlépték nem alkalmas finomabb különbségek kimutatására.



3. ábra. Az elmúlt 110 ezer év hőmérsékletváltozásai, grönlandi jégminták alapján rekonstruálva (Forrás: Dansgaard, W. in Czelnai R. 1999).

Az Alföld tájváltozásai szempontjából nyilvánvalóan a Kárpát-medence éghajlat-ingadozásai voltak fontosak. Ezen a téren a hazai kutatók is jeleskedtek. A kutatások alapvetően két szakterületre koncentráltak: egyrészt az élővilágnak az éghajlati feltételekre való érzékenységet kísérelték meg hőmérsékleti értékekre konvertálni (pollen- és faunaanalízis, Járainé Komlódi 1966, Félegyházi 1988, Kordos 1977), másrészt az írásos feljegyzések kezdetétől a különböző írásos dokumentumok is alkalmasnak bizonyultak a rövidebb-hosszabb ideig tartó éghajlat-módosulások rekonstrukciójára (Rácz 2001).

A 4. ábrán Kordos „pocokhőmérőjének” eredményeit mutatjuk be. Ennek alapján a hőmérséklet nagyobb mértékű ingadozása figyelhető meg, mint az a 3. ábra alapján várható lenne. Ennek két oka is lehet: a Kárpát-medencét kontinentális helyzete az É-Atlantikumhoz képest nagyobb hőmérséklet-ingadozásra hajlamosítja, másrészt a fosszilizálódó rétegekben található pocokmaradványok kormeghatározási bizonytalansága a „pocokhőmérő” hibahatárát viszonylag tágra nyitja, ezért az inkább a hőmérsékletváltozás tendenciáinak kimutatására alkalmas, mintsem pontos hőmérsékletmérésre.



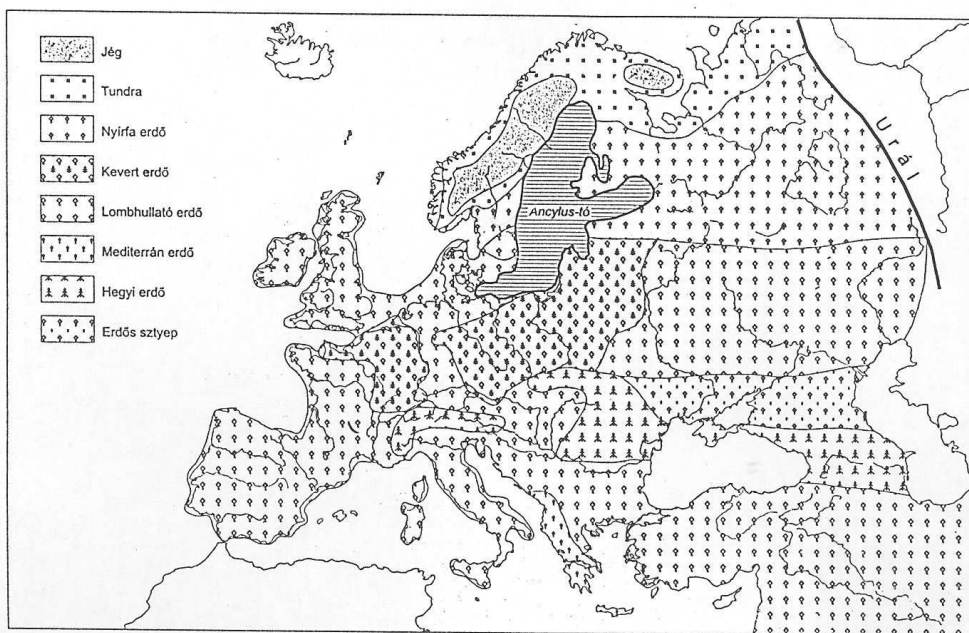
4. ábra. A „pocok hőmérőből” számított júliusi középhőmérséklet változása a holocénban Kordos (1977) szerint A: Magyarország, B: Csehország, C: Németország

A holocén éghajlatingadozási szakaszait és azok hatását az alföldi tájra több forrás alapján a következőkben foglaljuk össze. Már az egyes szakaszok elnevezése is arra utal, hogy a klímaingadozások a legnagyobb változást az Alföld természetes növényzetében okozták, a morfológiai változások a pleisztocénhez képest kisebb jelentőségűek voltak.

*Preboreális/fenyő-nyír fázis* (10200–9000 év). Ez az utolsó eljegesedés utáni felmelegedés folytatása, Skandináviában ekkor még jelentős kiterjedésű jégtakaró volt. Az Alföldön fokozatosan összefüggő növénytakaró (erdős sztepp) alakult ki, amely megakadályozta a homokmozgást, és felgyorsította a talajképződést. Morfológiai szempontból a fő esemény a folyóink II/a teraszainak kialakulása volt a nem süllyedő területeken (Somogyi 2000).

*Boreális/mogyoró fázis* (9000–8000 év). A további melegedés az előző időszaknál szárazabb viszonyok között folytatódott (az éves átlagos csapadékösszeg 300 mm-nél kevesebb lehetett), ezért az erdők visszaszorultak az Alföldről, és a száraz sztyepp lett domináns. Ez a talajfedettség is elegendő volt azonban ahhoz, hogy a homokmozgást megakadályozza. A száraz meleg alkalmas volt az elsődleges szikesedés folyamatának lejátszódásához, ami az Alföld talajtani képének máig jellemző sajátossága. A boreális fázis első felében egyes vízparti magaslatokon mezolitikus közösségek telepedtek le, a végén pedig megjelent az Alföldön az első neolit kultúra, az ún. Köröskultúra (Somogyi 2000). A korabeli emberi települések szinte kivétel nélkül ártéri kiemelkedéseken, „szigeteken” alakultak ki. A száraz klímán a folyók felszínformálására az akkumulációs tevékenység volt jellemző.

*Atlantikus/tölgy fázis* (8000–5000 év). Meleg és kifejezetten nedves éghajlati szakasz, amelynek eredményeként az Alföldön is csaknem teljesen összefüggő erdőtakaró alakult ki. Még a korábbi szárazabb homok- és löszpuszták is beerdősültek. Megjegyezzük, hogy egész Európában ebben az időszakban volt a legnagyobb az erdők kiterjedése (5. ábra). Az Alföld lápjainak területi kiterjedése is nőtt ebben az időszakban. Ezt az enyhe óceáni jellegű éghajlati időszakot szokták holocén éghajlati optimumnak is nevezni.



5. ábra. Európa növényzeti képe és partvonalai 8000 évvel ezelőtt (Kerényi 2003)

*Szubboreális/bükk I. fázis (5000–2500 év).* Az előzőnél hűvösebb és még mindig nedves időszak. A kiegyensúlyozott, hűvös klímát igénylő bükk nemcsak a hegységeinkben terjedt el, hanem az Alföld északi területein is (Simon 1957). Az erdőborította felszínen a talajképződés a csernozjomoktól a barna erdőtalajok irányába tolódott el. Az Alföldön az erdők a legzártabb szerkezetet mutatták: a folyókat széles sávban tölgy-kőris-szil ligeterdők kísérték, az Ecsedi-láp, a Sárrétek ekkor érték el legnagyobb kiterjedésüket.

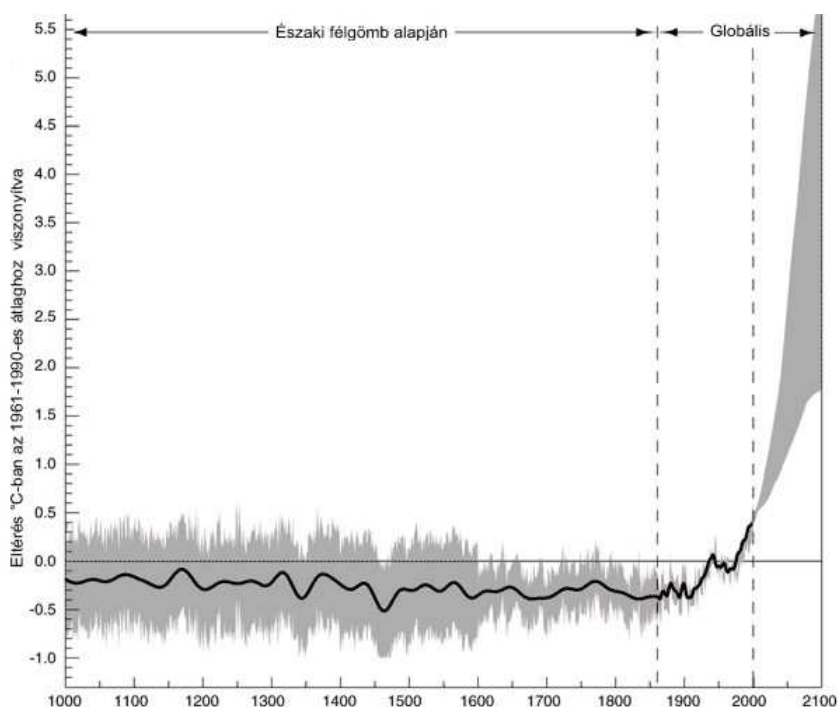
A nedves éghajlaton már az atlantikumtól kezdve az általános vízbőség eredményeként a folyók fokozódó felszínformáló tevékenységet végeztek: óriási kanyarulatokat, meandereket formált mind a Duna, mind pedig a Tisza, majd a bükk I. fázisban bevágódva mindkét folyónk kialakította az I. sz. teraszt.

*Szubatlanti/bükk II. fázis (2500-tól napjainkig).* Az éghajlat kontinentális jellege különösen az Alföldön erősödött, erdős sztyepp alakult ki: lösz- és homokpusztai tölgyesekkel tarkított lösz-, ill. homokpuszták. A folyók mentén az alacsony ártereken puhafás (fűz-nyár), ezeknél magasabban keményfás (tölgy-kőris-szil) ligeterdők társulásai váltak jellemzővé. Az antropogén beavatkozásokig megmaradtak a lápok, amelyek sok reliktum növényt őriztek meg. A szikes talajokon a különböző sziki növény-társulások gazdagították az Alföld flóráját.

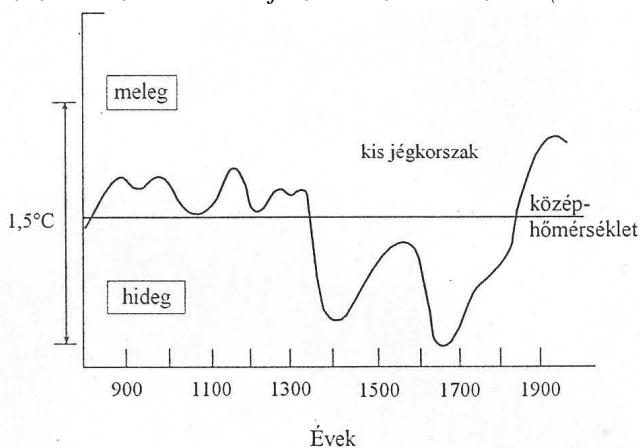
A bükk I. fázishoz képest csökkenő csapadékmennyiség a folyók vízhozamát s ezáltal felszínformáló tevékenységét fokozatosan módosította: ismét a középszakasz jellegű felszínformálás vált dominánssá. A kanyargós szakaszjelleg eredményeként sok holtág, természetesen lefűződött meander keletkezett (Somogyi 2000).

Ebben az időszakban az emberi tevékenységek sok tekintetben átalakították az alföldi tájat, sőt a globális társadalom egyre fokozódó termelő és fogyasztó tevékenységeiből fakadó környezeti hatások a teljes földi éghajlati rendszerre is hatással voltak, ill. egyre nagyobb mértékben vannak is.





6. ábra. A földfelszín globális középhőmérsékletének változása az elmúlt ezer év során, és a 21. századra számított előrejelzések az IPCC szerint (Global Change 2007)



7. ábra. Éghajlat-ingadozások Kelet-Európában az elmúlt ezer év során (Varga-Haszonits 2003)

A holocén utolsó 1000 évének globális felszíni hőmérséklet-változásait látjuk a 6. ábrán, ami egészen kiegyensúlyozott hőmérsékleti viszonyokat tükröz – az utóbbi 160 évet leszámítva. (A 21. századra vonatkozó előrejelzésekkel kötetünkben külön tanulmány foglalkozik.) Érdekes a 6. ábrát összehasonlítani Varga-Haszonits (2003) hasonló időszakra vonatkozó ábrájával (7. ábra). Ez utóbbi hőmérsékleti kilengései akkor is jelentősebbek az előzőnél, ha leszámítjuk az ábrázolás-technikai különbségeket. A kis jégkorszak erősebb lehűlése összefügghet azzal a ténnyel, hogy a 7. ábra

Kelet-Európára vonatkozik, ahol a kontinentalitás nagyobb szélsőségeket produkált, mint a globális hőmérsékleti átlag ingadozása. Az Alföld éghajlat-ingadozásai a 7. ábrán látható változásokhoz lehetnek hasonlóak az elmúlt 1000 évben, hisz nagytájunk éghajlata a kelet-európaihoz állt közel. Ezek a klímaingadozások földtörténeti léptékekkel mérve mindenképpen, de még történelmi léptékben is csekélynek számítanak, így kiegyensúlyozott körülményeket biztosítottak a társadalmi fejlődés számára. Nagytájunk átalakulásának legintenzívebb, antropogénnek nevezhető szakasza már egybefonódik a magyarság történelmével.

### Irodalom

- Borsy Z. 1987: Az Alföld hordalékkúpjainak fejlődéstörténete – Acta Acad. Paed. Nyíregyh. pp. 5–42.
- Borsy Z. 1989: Az Alföld hordalékkúpjainak negyedidőszaki fejlődéstörténete – Földr. Ért. pp. 211–224.
- Broecker, W. S. 1987: The biggest chill. – Natural History Magazine 97. pp. 74–82.
- Czelnai R. 1999: A világóceán – Vince Kiadó, Budapest, 182 o.
- Dansgaard, W. et al 1986: Climatic history from ice core studies in Greenland data correction procedures. – In: Current Issues in Climate Research, D. Reidel Publ., Dordrecht. pp. 45–60.
- Félegyházi E. 1988: Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete – In: Magyarország földrajza (szerk. Frisnyák S.) Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 111–113.
- Götz G. 2004: A klíma-probléma tudományos alapjai. Természet Világa 135. II. különszám. pp. 8–12.
- Kerényi A. 2003: Európa természet- és környezetvédelme. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp. 530 p.
- Martonné Erdős K. 1995. Magyarország természeti földrajza I. – KLTE, Debrecen, 179 p.
- Mészáros E. 2001: A Föld rövid története – Vince Kiadó, Budapest, 167 p.
- Pécsi M. 1967: Dunamenti-síkság. A domborzat kialakulása és mai képe. – Duna–Tisza közí Hátság. A felszín kialakulása és mai képe. – Bácskai löszös hátság. A domborzat kialakulása és mai képe – In: A dunai Alföld (szerk. Marosi S.–Szilárd J.) Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 165–176, 214–221, 244–248.
- Rakonczi J. 2003: Globális környezeti problémák. – Lazi Könyvkiadó, Szeged. 190 o.
- Rácz L. 2001: Magyarország éghajlattörténete az újkor idején – JGyF Kiadó, Szeged, 303 o.
- Rónai A. 1972. Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében. MÁFI Évkönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 1–421.
- Simon T. 1969: Felső-Tiszavidék. Természetes növényzet – In: A tiszai Alföld (szerk. Marosi S.–Szilárd J.) Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 55–60.
- Somogyi S. 1967: Az Alföld vízrajzáinak fő vonásai – In: A dunai Alföld (szerk. Marosi S. – Szilárd J.) Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 47–74.
- Somogyi S. 2000: A természeti változások és a társadalmi-gazdasági folyamatok kölcsönhatása az Alföldön a honfoglalás előtt – In: Frisnyák S. (szerk.): Az Alföld történeti földrajza, Nyíregyháza, Nyíregyházi Főiskola, pp. 7–24.
- Szabó Gy. 2002: A globális klímaváltozás – a XXI. század kihívása. – Debreceni Szemle, 10. 4 pp. 599–613.
- Varga-Haszonits Z. 2003: Az éghajlatváltozás mezőgazdasági hatásának elemzése, éghajlati szcenáriók. – „Agro-21” Füzetek 31. pp. 9–28.

# AZ ALFÖLD ÉLŐVILÁGÁNAK FEJLŐDÉSE A JÉGKOR VÉGÉTŐL NAPJAINKIG

Sümegei Pál\*

## 1. Jégkor végi fejlődéstörténet

Az Alföld élővilágának és környezetének napjainkig vezető fejlődésében a döntő mozzanatok az utolsó jégkor végétől kezdődtek el. Az utolsó eljegesedés hidegmaximuma során ugyanis az északi és a déli sarkköri területeken található jégtakaró és a hegyvidékeken található gleccserek együttes kiterjedése meghaladta a Földfelszín 10%-át, és elérhette az 55 millió négyzetkilométert. Ekkor az erdei növényzet felszínborítása globálisan és a Kárpát-medencére nézve egyaránt a napjainkban meg tapasztalható mértéknek a töredékére zsugorodott, ugyanis az eurázsiai tűlevelű és lombos erdő zónák egy hatalmas harapófogóba kerültek a jégkori lehűlések során. Egyrészt a déli irányban terjedő jégtakaró és a hegyvidéki gleccserek, valamint a jégtakaró előtti tundra és örökfagy zóna kiterjedése, és ezzel párhuzamosan a mérsékelt sztyeppövezet észak felé megnövekedett területe következtében az eurázsiai erdei zóna feloldódott, és a déli irányba terjedő tundra és az északi irányba terjedő mérsékeltövi sztyeppzóna közvetlenül keveredhetett egymással.

A jégkor végének klimatikus mélypontján, a hidegmaximum idején a Kárpát-medence belső területein is a hidegtűrő sztyeppvegetáció volt a jellemző, sőt a hidegzugokban a tundravegetáció jellegzetes elemei (törpenyír, magcsákó) is megjelentek, és ennek a kétféle, nyílt vegetációnak napjainkra már kihalt, mai párhuzamok nélküli, rendkívül fajgazdag keveréke alakult ki az Alföldön. Ugyanakkor a védettebb klímazugokban még ebben a kifejezetten hideg és száraz éghajlati szakaszban is fennmaradtak az enyhébb éghajlatot kedvelő lombos fák és lágyszárúak a vizsgált térségben. Ilyen zugok, menedékek (refúgiumok) a párásabb mikroklimával jellemezhető alföldi árterekkel érintkező hegylábi és dombsági területek átmeneti zónájában és a sekély tavakat övező futóhomokbuckák belső, védett felszínein, valamint az ártéri magas partok déli irányba néző peremén alakulhattak ki az alföldi környezetben.

Az őslénytani adatok azt sugallják, hogy a Kárpát-medence belső területein kisebb-nagyobb kiterjedésű erdő és mérsékeltövi lágyszárú menedékfoltok voltak a jégkor végén. Az erdőmenedékekben a tajgaerdő fajtái (erdei fenyő, lucfenyő, jegenyefenyő, cirbolyafenyő, vörösfenyő) eltérő területi elhelyezkedésben, eltérő arányban élhettek, és helyenként lombos fákkal (nyír, fűz, éger, tölgy, szil, kőris, hárs, gyertyán, esetleg bükk) és cserjékkel (mogoró, som, bodza) keveredtek. Ugyanakkor 40 ezer évtől kezdődően már biztosan voltak a Hortobágy területén szikes növények, például sziki útifű, sziki üröm és sziki sóbilla. A meglévő őslénytani adatok alapján feltételezhetjük, hogy a mérsékelt övi sztyepei (löss és homoki) elemek egy jelentős része a jégkor alatt is jelen voltak a Kárpát-medencében. Így a mai alföldi flóránk jelentős része nem az utóbbi tízezer év bevándorlásainak, hanem a jégkorban is jelenlévő túlélő növényzet szétvándorlásának eredménye.

---

\* Dr. Sümegei Pál, az MTA doktora, tszvv. egyetemi tanár, SZTE Földtani és Őslénytani Tanszék, ill. MTA Régészeti Intézet

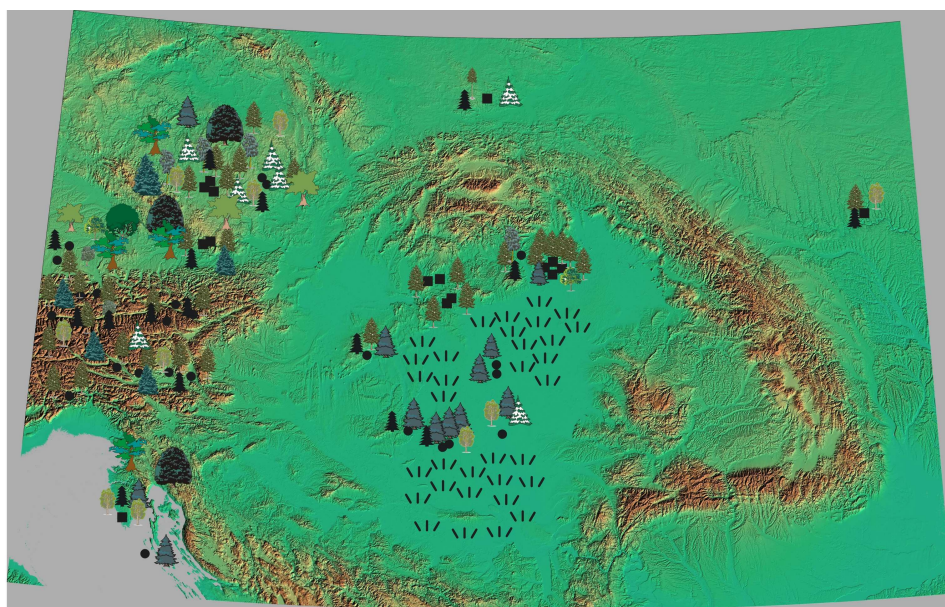
Ez a jégkori végi általános vegetációkép természetesen a száz ezer km<sup>2</sup> kiterjedésű, hegykoszorúval és dombsági területekkel övezett Alföldünk különböző részein igen eltérően alakulhatott. Ezért már a jégkor végi vegetációképből látható az alföldi negyedidőszaki növényzet egyik legfontosabb vonása, a mozaikos kifejlődés. Sztyeppei területek, elszórtan erdők, erdőssztyeppei régiók, időszakonként ezekkel együtt tundrafoltok is léteztek egymás mellett a területen a jégkor végi lehülések során.

A kisebb térbeli kiterjedésű növényzeti foltok, mozaikok mellett az Alföld középső részein már ekkor megfigyelhető a két jelentősebb növényzeti térséget elválasztó, a regionális szintű mozaikosságot okozó, erőteljes klíma- és környezetelválasztó vonal is. Ugyanis a Balaton, Csepel-sziget, Zagyva-torkolat vonaltól délre a balkáni, ettől északra az óceáni, kontinentális és kárpáti-hegyvidéki éghajlati hatások voltak a hangsúlyosabbak a Kárpát-medencében, és ezt a trendet követte a növényzet regionális összetétele és térbeli kifejlődése is. Ugyanakkor *kiemelkedő jelentőségű szerepet játszottak* az egykori lokális és regionális növényzeti különbségek, vegetáció mozaikok kifejlődésében *a hidrológiai viszonyok, a geomorfológiai adottságok*, és a jégkori allúviumok napjainktól erőteljesen különböző elhelyezkedése.

A térben kifejlődött növényzeti összetétel változása mellett az egykori éghajlati viszonyok sem voltak egységesek, mert az eltérő időintervallumot átfogó, 4-5 ezer és másfél ezer éves, valamint a legutóbbi időben felismert 300-400 évet átfogó éghajlati ciklusok hatására a növényzeti összetétel hullámszerűen megváltozott. *Ezeknek a ciklikus éghajlati változásoknak a hatására enyhébb és hűvösebb klímaszakaszok egymást követően fejlődtek ki az utolsó jégkorszakon belül.* A melegebb időszakokban (például 32 és 25 ezer évek között) a menedékterületekről kiáramlott a fás szárú növényzet, és az Alföld északi részén lucfenyő uralta, vörösfenyővel, cirbolyafenyővel és helyenként lombos fákkal, cserjékkel kevert fenyőerdő terjedt szét, míg az Alföld középső és déli részén (Kiskunság, Körös–Maros köze, Délvidék) erdei fenyő, helyenként a szerb lucfenyő, jegenyefenyő és közönséges nyír fafajokkal jellemezhető erdőssztyepp fejlődött ki. A folyók ártéri síkjain a fenyvesek fűzzel, égerrel, szillel, körissel, bodzával keverten zártabb állományú ligeterdőt alkottak. Ugyanakkor a Hortobágyon a szikes növények aránya megemelkedett, így erdei fenyőkkel, valamint száraz sztyeppei foltokkal tagolt szikesek alkották a jellemző növényzetet, a Hajdúhátat pedig ugyanekkor mérsékelt övi löszsztyepp borította (1. ábra).

Ez a növényzeti kép 25–23 ezer évvel ezelőtt egy erőteljes lehülés hatására jelentős mértékben átalakult. Az Alföld északi részén a fűfélék és az ürömfélék uralmával, valamint a kötőrófüvek, varjúhájfélék, gombafüvek jelenlétével jellemezhető hideg kontinentális tundra és sztyeppe kevert vegetációja terjedt szét, a fás vegetáció aránya erőteljesen lecsökkent; vörösfenyő, lucfenyő, cirbolyafenyő, boróka foltok maradtak csak fenn. Ezzel párhuzamosan az Alföld déli részén a nyír és az erdefenyő visszaszorulásával egy időben a vörösfenyő, lucfenyő terjedt el elsősorban a folyók mentén, míg a szárazabb régiókban a fűfélék, a libatopfélék és az ürömfélék váltak uralkodóvá.

Az Alföldünkön ekkor fejlődött ki a jégkor végi lösz felhalmozódási környezet, a döntően hideg és száraz löszsztyepp, amely helyenként egyes lombos tájga foltokkal, helyenként tundra elemekkel tagolt volt. Az Alföld jégkor végi növényzetének mozaikos kifejlődése, és vegetáció összetétele napjainkban az Altáj hegységben és előterében található erdőssztyeppei vegetációhoz hasonlítható. Ez a hasonlóság nem véletlen mivel az eljegesedések idején az alföldi lösz övezet részese volt a Nyugat-Európától a Kínai Alföldig húzódó mintegy 10 millió km<sup>2</sup> területű eurázsiai lösz öve-



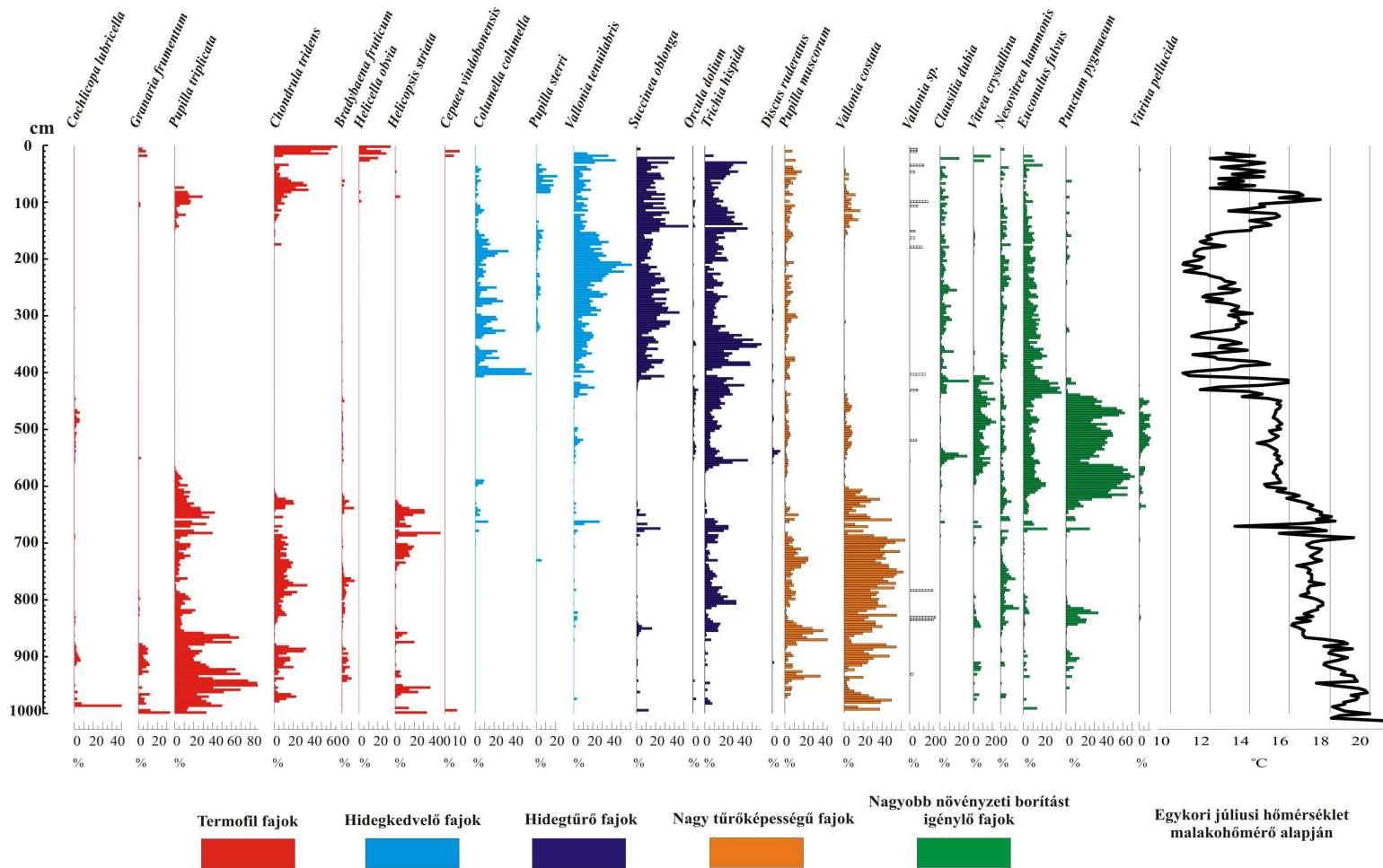
1. ■ 2. ● 3.  4.  5.  6.  7.  8.  9.  10.  11.  12.  13.  14.  15.  16. 

1. ábra. A 32000 és 25000 évek közötti felmelegedés során kialakult növényzeti eloszlás a Kárpát-medencében és környékén

1. Felső paleolit lelőhely, 2. Környezettörténeti lelőhely, 3. Lucfenyő, 4. Erdei fenyő, 5. Nyír, fűz, éger, 6. Círbolyafenyő, 7. Jegenyefenyő, 8. Borókafenyő, 9. Vörösfenyő, 10. Fenyő maradványok, 11. Tölgymaradványok, 12. Mogyoró maradványok, 13. Szil maradványok, 14. Gyerián maradványok, 15. Bükk maradványok, 16. Lágyszárú növények dominanciája

zetnek, amelyhez az Altáj-hegység környéke is hozzá tartozott. Ebben a zónában igen fontos kelet–nyugati irányú fauna- és flóramozgások zajlottak a pleisztocén hidegebb szakaszaiban. Így talán könnyebben érthetővé válik, hogy a hazánkban megtalálható és a kelet-európai – közép-ázsiai szikes területekkel kapcsolatot mutató *szikes vegetáció elemei miért található meg már a pleisztocén során a szikes pusztáinkon*, köztük a Hortobágyon is. Választ kaphatunk arra is, hogy ez a fajgazdag növényzettel és jelentős fitomasszával jellemezhető lösz övezet hogyan tarthatott fenn olyan nagytestű élőlényeket, mint a mamut, és olyan nagy tömegű állatcsordákat, amelyeket a vadlovak, rénszarvasok, bölények és egyéb nagytestű növényevő emlősök jelentkeztek ebben a régióban. Úgy tűnik, hogy a Kínai Alföldtől Nyugat-Európáig tartó mintegy tízezer km hosszú és több száz kilométer széles eurázsiai löszövezet egy hatalmas fauna- és flórafolyosóként működött, amelyben igen fontos kelet–nyugat irányú biogeográfiai kapcsolatok fejlődhettek ki Ázsia centrumától kezdődően egészen az Alföldig.

A fentebb vázolt biogeográfiai kapcsolat még erőteljesebben rajzolódik ki, ha a jégkor végi csigafaunát vizsgáljuk meg, mert olyan elemek is megjelentek ekkor az alföldi faunában, amelyek ma csak a közép-ázsiai hegyvidéken, elsősorban az Altáj-hegységben (például altáji trombitacsiga) élnek. Emellett más, ma már csak az eurázsiai hegyvidék magasabb részein élő csigafajok (mint a ragyogó törpecsigák, vagy a kihaltak vélt dovrefjelli törpecsigák) is megjelentek ezen a fajgazdag, mozaikos szerkezetű alföldi löszsziptyeppen. Jól jellemzi a jégkor végi alföldi löszsziptyeppek környezeti



2. ábra. A madarasi téglagyár eltérő környezeti igényű szárazföldi csigafaunájának változása 30 és 10 ezer évek között

viszonyait, hogy a Kárpát-medence legmélyebb pontján, Szeged környékén élt ekkor az arktikus törpecsiga, amely napjainkban a Kárpát-medence legmagasabb részén, a Magas-Tátrában él, 2100 méternél magasabb sziklahavasokon.

Paleoklimatológiai vizsgálataink alapján hidegebb és viszonylag enyhébb jégkori éghajlati szakaszok, és az ezeknek megfelelő növényzeti és faunisztikai változások figyelhetők meg a jégkor végén, 30 ezer évtől 13 ezer évig az Alföldön. A jégkor végi hidegkedvelő tundrai, hideg sztyepei növényzet utolsó megjelenése 13 ezer évnél jelentkezett a vizsgált területen, ezért elmondhatjuk, hogy az alföldi régióban megfigyelhető éghajlati és növényzeti, valamint faunisztikai változások nagy általánosságban követték az európai szinten és globálisan rekonstruált jégkor végi trendeket.

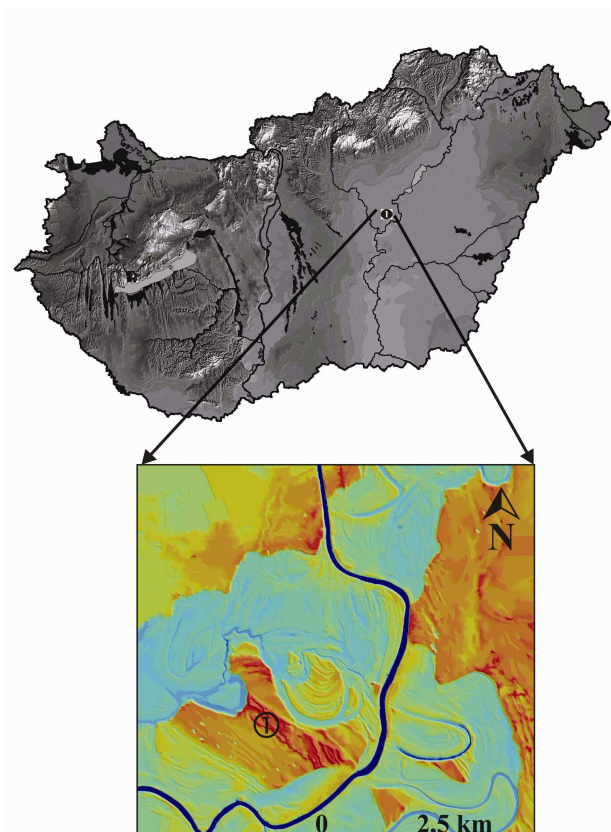
Ugyanakkor az Alföld déli részén, a Kecskemét–Mezőtúr–Békéscsaba vonaltól délre, a Kárpát-medence legbelső, legenyhébb és legszárazabb területén, az eurázsiai lösz övezet egyik déli szegélyén a jégkor alatt más területekhez képest eltérő, erőteljes regionalitást visszatükröző változásokat is sikerült kimutatni. Ugyanis a lehűlések alatt, valószínűleg a páratartalom erőteljes növekedésének hatására, fajgazdag, nedvességedvelő és nagy tűrőképességű, jelentős elterjedési területtel jellemezhető fajok, valamint közép-európai, dél-alpi és kárpáti erdőlakó elemeket egyaránt tartalmazó erdőssztyepp alakult ki. Míg a felmelegedések során, feltehetően a páratartalom erőteljes csökkenésének hatására, egy szárazabb, fajokban szegényebb, balkáni–délkelet-európai elterjedésű fajokkal jellemezhető mérsékeltövi sztyepp fejlődött ki ebben a régióban.

Ezek a változások legjobban a Bácskai löszterületen rajzolódnak ki (2. ábra), ahol egy 10–11 méteres löszfalat néhány centiméteres szakaszokra bontva mintegy 50 éves lépésekben vizsgálhattuk meg a 23 és 13 ezer évek között felhalmozódott löszös rétegeket. Ezek a változások eltérnek Európa más régióiban tapasztalt környezeti változásoktól. Elsősorban a hideg időszakban kirajzolódó erdei elemek előretörése, valamint az enyhébb éghajlati szakaszban zajlott xerofil sztyepplakó fajok szétterjedése szokatlan. Ennek nyomán *egyértelműen megállapítható, hogy az Alföld déli részén a jégkorban történt környezeti változásoknak speciális, csak a Kárpát-medence belső területeire jellemző vonatkozásai is voltak.*

## **2. Jelenkori természetes környezet kialakulása**

Az alföldi környezetnek, elsősorban az élővilágnak ez az egyedi fejlődése még jobban kirajzolódott a jégkor végén és a jelenkor kezdetén, amikor a növekvő hőmérsékletnek a hatására a mozaikos környezet következtében tajgaerdő–lomboserdő, hideg sztyepp és mérsékeltövi sztyepp, erdőssztyepp váltások egyaránt kifejlődtek, egymástól sokszor csak néhány kilométeres távolságra. Ugyanis a jelenkor kezdetén, mintegy 11–12 ezer éve kialakult erőteljes felmelegedés hatására a szubmediterrán klímahatás kiterjedt, és a kárpáti–balkáni refúgiumok flórája és faunája szétterjedt a Kárpát-medencében és az Alföldön. Ennek nyomán a Nyírség keleti részén például a késő-glaciális vegyeslombozatú tajga a jelenkor kezdetén fokozatosan hárs egyeduralmi dominanciájával jellemezhető mérsékeltövi lomboserdőnek adta át a helyét. Ez a vegetációváltozás típus csak a Balkán északkeleti részére, az Alföld keleti szektorára jellemző, míg a Tiszaháton, Bodroghözben a lucfenyő, erdei fenyő dominanciával jellemezhető, jelentős mennyiségű mogyoró cserjét tartalmazó késő-glaciális korú, vegyeslombozatú tajga szil-, kőris-, tölgy- és kőrisfák dominanciájával jellemezhető holocén galériaerdőkké alakultak át. Az észak-alföldi allúviumokon kifejlődött galériaerdőkben elszórtan egészen a jelen

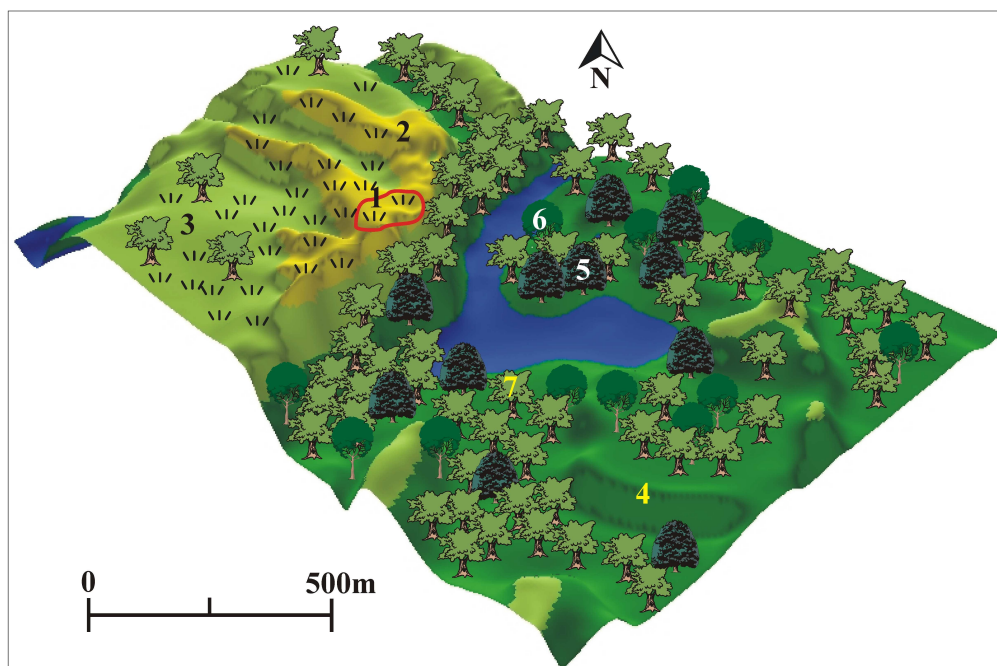




3. ábra. Nagykörű  
maradványfelszínének (1)  
elhelyezkedése az Alföldön  
és a Tisza völgyében  
Digitális Domborzati  
Modellek alapján

Jelmagyarázat a 4. ábrához:

1. Körös kultúra megtelepedési színtere, 2. Szttyepp,
3. Erdősszttyepp, 4. Mocsaras környezet az allúviumon,
5. Szilfa a jelenkori allúviumot borító keményfás ligeterdőből,
6. Hársfa a jelenkori allúviumot borító keményfás ligeterdőből,
7. Tölgyfa a jelenkori allúviumot borító keményfás ligeterdőből.



4. ábra. Nagykörű maradványfelszínének 3D modellje



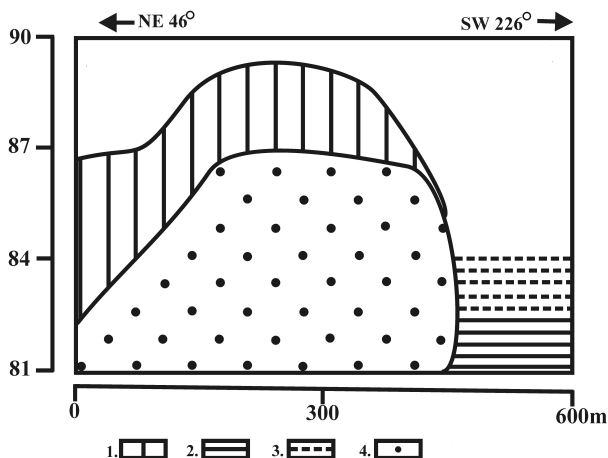
kor középső szakaszáig fennmaradtak a túlelű fák, hasonlóan a kárpáti régiók közép-hegységi területeihez. Azonos változások mutathatók ki a dunai és tiszai allúvium alföldi szakaszán is, bár itt a fenyőerdők már a holocén kezdetén eltűntek.

A Hajdúságban, a Bácskában és a Hortobágyon ezekkel a tajgaerdő–lomboserdő váltásokkal szemben 12 ezer évtől 8 ezer évig a hideg, kontinentális sztyepei elemeket mérsékeltövi, enyhébb éghajlati adottságokat kedvelő lágyszárú növényzet váltotta fel, illetve az erdőssztyepeken a fenyő, a nyír, mint faállományt alkotó növények kiszorultak, és az enyhébb éghajlatot kedvelő lombos fák (tölgy, szil, hárs) vették át a helyüket. A jelentős változások ellenére a szikes és a sztyepei növényzet jégkor végétől kialakult folyamatos holocén jelenléte bizonyítható a Hortobágy területén. A jelenkori beerdősülési folyamat tehát az Alföld jó részén megrekedhetett. A Hajdúságon, Bácskában és a Heves–Borsodisíkság délebbi részein a holocén során az erdősültség legfeljebb 20%-os lehetett. Adataink alapján az összefüggő, de különböző sztyepei elemeket, sztyepei foltokat tartalmazó erdőssztyepp a Kárpát-medencében a jégkor végétől kezdődően, az alluviális síkságokon kifejlődött, a folyókat galériaerdő szerűen követő lombos fákból álló ligeterdők kifejlődése nyomán eltérő nagyságú foltokra szakadt. Majd ezek a sztyepei és erdőssztyepei növényzeti foltok a jelenkor során, az i.e. VI. évezredtől, az első termelő gazdálkodást folytató, az első növénytermesztő és állattenyésztő közösségek, ún. „Körös” kultúra megtelepedése nyomán már emberi hatásra fejlődtek tovább.

### **3. Jelenkori organikus kultúrák hatásai az Alföld környezettörténetében**

A sztyepei, erdőssztyepei területek alföldi kifejlődésében és fennmaradásában igen jelentős szerepet játszottak a talajadottságok, az alapkőzet hatása, az árterek, magas talajvízállású területekből kiemelkedő, mélyebb talajvíz helyzettel, speciális geomorfológiai és hidrológiai adottságokkal jellemezhető kisebb-nagyobb löszplatók (Hajdúhát, Bácska) és lösszel borított maradványfelszínek kifejlődése. Rendkívül tanulságos egy ilyen szigetszerűen fennmaradt lösszel, futóhomokkal borított maradványfelszínnek a környezettörténeti elemzése, mert az adatok nyomán egyértelműen megrajzolható, hogy az elmúlt 200 év folyószabályozása, belvízelvezetése és iparszerű gazdálkodás nyomán egyveretűvé váló Alföld a változatos geomorfológiai, hidrológiai, alapkőzetbeli adottságokat követő élővilág következtében milyen sokszínű és változatos volt eredetileg. Itt az egyik legérdekesebb alföldi lösszel borított alluviális szigeten végzett legújabb kutatási eredményeket mutatjuk be a Közép-Tiszavidékről, Nagykörű község határából.

A Körös kultúra általunk vizsgált nagykörűi lelőhelye bár a holocén allúviumokon belül helyezkedik el, de a folyóvízi erózióból kimaradt szigetszerű pleisztocén maradványfelszínen található (3. és 4. ábra). A mélyebb helyzetű, magas talajvízállással jellemezhető holocén allúviumok és a magasabb térszint alkotó, reliktum jellegű, mélyebb talajvízszinttel és szárazabb felszínnel jellemezhető, lösszel fedett alluviális sziget elkülönülése a Jászság déli részén található neotektonikus süllyedek aktivitásához, a süllyedéseket követő folyóvízi energia- és eróziónövekedéshez, a holocén (és jégkor végi) alföldi tiszai allúvium fejlődéséhez kapcsolódik. Vizsgálataink alapján a magasabb térszínen található „Körös” lelőhely környezete nem csak fizikai és geomorfológiai értelemben volt sziget, hanem talajtani és biogeográfiai szempontból is. Ugyanis a lelőhely közvetlen környezetében és fekvésintjében egyértelműen csernozjom talajt, míg a távolabbi környezetben pedig hidromorf talajokat tártunk fel. A csernozjom talaj szigetszerűen jelentkezett a morfológiai és alapkőzetbeli adottságokat követve, a hidromorf talajokkal övezve.



5. ábra. Nagykőrű maradványfelszínének geológiai keresztmetszete

1. eolikus lösz,
2. futóhomok,
3. jégkori ártéri üledék,
4. jelenkori (holocén) ártéri üledék

Maga a vizsgált objektum, egy jelentős kiterjedésű és mélységű „Körös” gödör kiemelt helyzetű, jégkori eolikus lösszel fedett futóhomok térszíneken található (5. ábra), amely mintegy 4–5 méterrel emelkedik ki az ártér szintjéből. A feltárt gödör mintegy 1,5 méter mély volt és több tízezer kagylóhéj, jelentős számú patics, kerámia, szerves törmelék és szárazföldi csigahéj töltötte ki. A radiokarbon vizsgálatok alapján a gödör mintegy 400–500 év alatt töltődött fel. A régészeti feltárás során kiemelt minták feldolgozása alapján 40–50 éves lépésenként vizsgálhattuk meg a Krisztus előtti VII. évezred végi és a VI. évezred kezdeti, kora holocén környezet változását, a gödör környékén található növényzet átalakulását. A szárazföldi csigafajok összetétele és annak változása alapján a gödör környezete mozaikos lehetett. A mozaikosság mind a növényzeti borítás, mind a páratartalmi szempontból megnyilvánult, mivel sztyeppei, erdőssztyeppei, vízparti régióra jellemző csigafajok egyaránt előkerültek ebből a lokális üledékgyűjtőnek tekinthető gödörből.

A szárazföldi csigák döntő többsége, a kagylóhéjakkal ellentétben, természetes úton kerülhetett a gödörbe, csak az éti csiga egyedeknél merülhet fel az emberi gyűjtögetés lehetősége. A növényzeti borítás szempontjából kiemelkedő jelentőségű Mollusca fajok (sokfogú csiga, tonna csiga, pannon csiga) alapján egyértelmű, hogy a területen a nyílt sztyepp, maximum erdőssztyepp jellegű növényzet dominált a gödör kialakításakor. Ugyanakkor az erdőssztyeppei fajok, az erdei elemek jelenléte alapján a sztyeppei területet facsoportok tagolták, illetve szegélyezhették. A terület vegetációs kettőssége szoros összefüggést mutat a higrofil jelző elemek kettősségével, ezért feltételezzük, hogy az alluviális szigetet körbevevő mélyebb helyzetű és nedvesebb allúviumon helyezkedhettek el a fák. A fákkal borított allúviumról kolonizálhattak a szárazságtűrő, fás szárú flóra elemek a sziget peremére is, ahol a vizsgált régészeti objektum, a Körös kultúra emberei által hátrahagyott gödör (és feltehetően az emberi megtelepedési pont, település) is elhelyezkedett.

A legfontosabb trend, amit a szelvényen belül ki lehetett mutatni, hogy a higrofil, hőmérsékleti szempontból jelentős tűrőképességű, holarktikus és eurosibériai elterjedésű, erdei és árnyékkedvelő fajok aránya a szelvény alsó részén kiemelkedő volt, de felszín felé ezeknek az elemeknek az aránya folyamatosan csökkent. Ezzel szemben a szárazságtűrő, enyhébb éghajlatot kedvelő, délkelet európai elterjedésű sztyeppei elemek aránya a felszín felé fokozatosan emelkedett. A fauna összetétele alapján 20 %, maximum 50 % erdei, és minimum 50 %, maximum 80 % sztyeppei növényzeti borítottsággal

számolhatunk a „Körös” gödör feltöltődése során. Az is egyértelmű, hogy a gödör környezetében a Körös kultúra megtelepedésének idején a fás vegetáció folyamatosan csökkent, és a gödör környezete mikroklimatikus szempontból egyre szárazabbá vált.

A szárazföldi csigafauna mellett a mintákból jelentős mennyiségű növényi opalit (fitolit) is előkerült, és a mintákban a pázsitfüvekre, az enyhe és száraz környezetre jellemző növényekből származó fitolitok domináltak, a fákra, az enyhe és párás környezetre jellemző fitolitok teljesen alárendelten jelentkezetek. Ennek nyomán a fás szárú növényzeti borítás alárendelt, mindössze néhány százalékos lehetett az alluviális sziget felszínén, és döntően mérsékelt övi sztyepp borította a vizsgált területet. Kiemelkedő jelentősége van a gödör anyagából kiemelt mintákon található gabona (elsősorban búza) fitolitoknak, mert egyértelműen azt bizonyítják, hogy ezek a lösszel fedett, száraz, sztyepei növényzettel borított alluviális szigetek voltak az elsődleges szinterei a növénytermesztésnek a neolitikum kezdetén.

A Körös kultúra egyik közössége által kialakított gödörből kinyert szárazföldi csigafauna és fitolitok nyomán a mérsékeltövi sztyepp, erdőssztyepp foltok ezeken az allúviumokból kiemelkedő, száraz felszínű szigeteken fejlődtek ki és valószínűsíthető, hogy a jelenkori éghajlati változásokat, valamint a növekvő emberi hatást, erdőirtásokat, növénytermesztést és állattenyésztést követve innen kolonizált a sztyepei és erdőssztyepei vegetáció szinte az Alföld egészére. Így maximum erdőssztyepp borította a löszös ártéri szigeteket, magaspartokat, míg a mélyebb allúviumokon tölgy, szil, kőris és hárs dominanciával jellemezhető galéria erdők, nád, gyékény és sás borította felszíneket különíthettünk el a paleobotanikai vizsgálatok alapján a holocén kezdetén. *A talajtakaró és növényzet egyértelműen az eltérő talajvízmagasság és vízellátás szerint tagozódott, azaz hidroszeriessé alakított.*

A korai újkőkori termelő gazdálkodás által már a Krisztus előtti 5800–5900 ezer éve megbolygatott természetes vegetációban az újkőkor végére alapvető változás állt be. A késő neolitikumtól a házasított legelő állatok jelentős állománynövekedésének vagyunk tanúi, a gyomok elképesztő méretű terjedése szintén a kultúrtáj kiterjedését jelzi, és a dombvidéki szántók is a középső újkőkor végén, valószínűleg jelentős népességnövekedés hatására terjedtek ki. Ezt követően a bronzkor közepétől, megközelítőleg a K.e. 1500 évtől történt egy újabb jelentős változás: a nagytestű növényevő fajok vad alakjai – talán a túlzott vadászat és domesztikáció nyomán – szinte nyomtalanul eltűntek a vizsgált térségből. A jelentős népességszám-növekedés, a fejlettebb társadalmi berendezkedés, a több száz éven keresztül folyamatosan lakott stabil településeket kialakító bronzkori preurbánus fejlődés, a lakott térségeket, legelő- és szántóterületeket égetéssel kialakító, egyre jelentősebb tenyésztett állatállománnyal rendelkező közösségek hatására, igen *sok helyen a természetes fejlődés megszakadt*, kultúrsztyeppék és kezelt erdők alakultak ki.

Az emberi hatással zavart növényzeti foltok aránya a fémkultúrák kialakulásával, terjedésével fokozatosan növekedett. Az árterek erdősegeinek kiterjedése a bronzkortól kezdődően csökkenhetett. A Duna-völgyében a Római Császárság idején olyan mértékben alakították át az ártereket, hogy pl. a római limes mentén gyakorlatilag megszűnt az erdő, és ha ellenerődöket készítettek az alföldi oldalon, akkor sok esetben eltűnt a teljes erdei borítás a limes és az ellenerőd között. Máshol csak az újkőkor kezdetén, néhány száz éve következett be az árterek fátlanná válása, vagy mindössze 1500 éve, a népvándorlaskorban nyitottak jelentős kiterjedésű legelőket (pl. a Tiszaháton) az ártéri erdősegek helyén.

*Táji szinten természetes állapotról az Alföldön tehát az újkőkor végétől már nem beszélhetünk.* A medence belső területein a bronzkor középső szakaszától (háromezer ötszáz éve), a folyók árterületein a császárkortól (mintegy kétezer éve) az emberi hatások mértéke meghaladta a természetes változások befolyását, és a növényzet fejlődése alapvetően az emberi tevékenység függvényévé vált. Így csak néhány, nehezen megközelíthető területen maradhatott fenn a természet közeli állapot. Vagyis az Alföld területén élő növényzetre gyakorolt erőteljes emberi hatás nem új keletű, nemcsak a ma embere rombolja a természetes növényzetet, hanem a megélhetésükért, a jobb, vagy általuk jobbnak tartott életkörülményeikért már a múltbeli közösségek, kultúrák is átalakították az alföldi környezetet. Ugyanakkor ezek az organikus kultúrákhoz tartozó közösségek nem rombolták le az alföldi természetes környezet legfontosabb elemét, a folyóhálózatot, és nem befolyásolták a természetes árterek működését. A folyószabályozástól kezdődően az alföldi táj természet-közeli fejlődése is lezárult, és a teljes terület kultúrtájja alakult át, ahol döntő tényezőt az emberi beavatkozások jelentik.

### Irodalom

- Bodor, E.–Sümei, P. 2001: Antropogén hatások és vegetációfejlődés a tököli morotvató környezetében. Hidrológiai Közlöny, 81. pp. 429–430.
- Járainé Komlódi, M. 2000: A Kárpát-medence növényzetének kialakulása. Tilia, 9. pp. 5–59.
- Medzihradszky, Zs. 1997: A magyarországi erdők rövid története. Földrajzi Közlemények 70. pp. 181–186.
- Persaits G. 2010: A fitolitok szerepe a geoarchaeológiai minták értékelésében. SZTE TTIK Földtani és Őslénytani Tanszék, PhD értekezés, Szeged.
- Sümei, P. 2001: A negyedidőszak földtanának és ős-környezettanának alapjai. JATEPress, Szeged, p. 262
- Sümei, P.–Krolopp, E.–Rudner, E. 2002: Negyedidőszak végi öskörnyezeti változások térben és időben a Kárpát-medencében. Földtani Közlöny, 132. pp. 5–22.
- Sümei, P. 2003: Régészeti geológia és történeti ökológia alapjai. JATEPress, Szeged, p. 224.
- Willis, K. J.–Sümei, P.–Braun, M.–Tóth A. 1995: The Late Quaternary environmental history of Bátorliget, N.E. Hungary. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 118. pp. 25–47.
- Willis, K. J.–Braun, M.–Sümei, P.–Tóth A. 1997: Does soil change cause vegetation change or vice-versa? A temporal perspective from Hungary. Ecology, 78. 740–750.
- Willis, K. J.–Rudner, E.–Sümei, P. 2000: The full-glacial forests of central and southeastern Europe: Evidence from Hungarian palaeoecological records. Quaternary Research, 53. pp. 203–213.

# KÉT RENDSZER HATÁRÁN – AZ EMBER ÉS A KÖRNYEZET KAPCSOLATA A SÁRKÖZI DUNAI ALLÚVIUM ÉS A DUNA–TISZA KÖZE PEREMÉN

*Knipl István\* – Sümei Pál\*\**

## 1. Bevezetés

A múltbeli emberi közösségek és a közösségeket körbevevő egykori környezet viszonya különböző régészeti geológiai és környezettörténeti vizsgálati módszerekkel jól feltárható. Ezek közül kiemelkedő jelentőségű az üledékgyűjtő medencékben (köztük tavakban, lápokban) felhalmozódó üledékek kronológiai, szedimentológiai, geokémiai, pollen (és egyéb növényi), valamint puhatestű maradványainak vizsgálata. Ugyanis ezen elemzések alapján megrajzolhatóak az egykori környezeti viszonyok, azok változásai, valamint az emberi hatások nyomán átalakult környezeti viszonyok. Ilyen vizsgálatsorozatra került sor a sárközi Duna szakaszon, a Hajós és Császártöltés határában húzódó lösszel borított Duna–Tisza közti magaspárt előterében található dunai allúviumon.

Munkánkban a hajósi Kaszálók lápon és a császártöltési Vörös-mocsárban mélyített több mint 15, radiokarbon adattal korolt szelvény szedimentológiai, geokémiai, pollenanalitikai, makrobotanikai, malakológiai változásai nyomán megrajzolt egykori környezeteket, éghajlati és emberi termelő tevékenység nyomán kialakult változásokat mutatjuk be. A környezeti történeti elemzéseket részletes régészeti topográfiai vizsgálatok (Hajós és Császártöltés területének terepbejárása), továbbá az M9 autópálya nyomvonalán végzett előzetes régészeti feltárások adataival összehasonlítva alakítottuk át régészeti geológiai elemzést. A régészeti topográfiai vizsgálatok során, mintegy 200 régészeti lelőhelyet sikerült azonosítani, míg az autópálya nyomvonalán eddig 6 lelőhely feltárása történt meg.

Kialakulás szempontjából az Alföld és a dunai allúvium határa Magyarország egyik legspeciálisabb területe, mert az igen jó vízellátású allúvium keleti peremén, a folyómedrek által alámosott, 10–15 méterrel az allúvium síkja fölé magasodó, lösszel fedett futóhomok rétegek alkotta, száraz magaspárt húzódik (1. ábra). Az eddigi geológiai adatok alapján a Duna mellékfolyóival együtt a negyedidőszak elején Duna–Tisza közti hordalékkúpon keresztül folyt, és alapvető szerepet játszott a hordalékkúp felépítésében.

A Solt–Bajai síkság területére a legutolsó hideghullám, a würm glaciális során került a dunai főmeder, ahol a tektonikus mozgások nyomán erőteljes süllyedés alakult ki. A süllyedés és folyóbevigódás hatására a Solt–Bajai terület egyre szélesedő, mélyülő árterületté alakult át, fokozatosan elkülönülve az egyre mélyebb talajvízszinttel jellemezhető Duna–Tisza közti hordalékkúptól, magaspárttá alakítva a hordalékkúp peremét. A süllyedést a folyó hordaléklerakó tevékenysége idővel ellensúlyozta, folyómedrek egész sorozatát alakítva ki az allúviumon, melyek különböző mértékben feltöltődtek, és láposodásnak indultak. A folyómedrekben kifejlődött lápok, mocsarak, tőzeges felszínek így két jelentősen eltérő táj határán fekszenek.

Az egyik legjelentősebb lápvonulat (Turján, Őrjeg, Vörös-mocsár) hozzávetőlegesen észak–dél irányba fut a Duna egykori medreit követve. Ennek a tőzegesedett

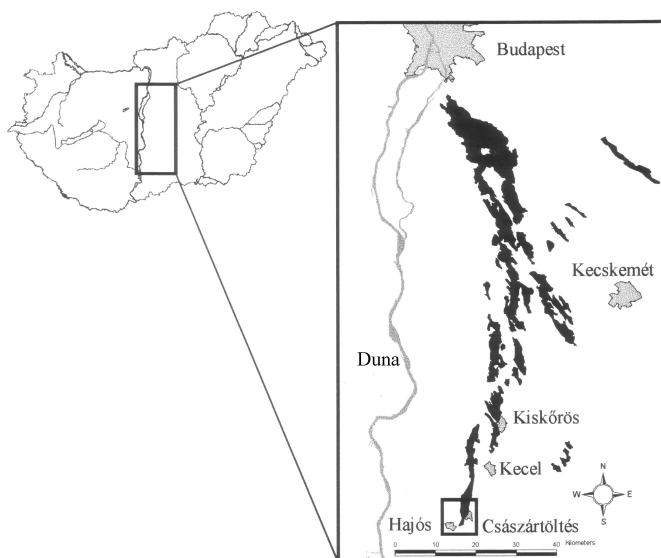
---

\* Knipl István régész, Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Örökségvédelmi Központ, Budapest

\*\* Dr. Sümei Pál, tszv. egyetemi tanár, az MTA doktora, SZTE Földtani és Őslénytani Tanszék és MTA Régészeti Intézet, Budapest

1. táblázat. A hajósi – császártöltési Duna medrek feltöltődésének vegetáció- és faunaváltozásai a régészeti korok tükrében

Régészeti kor	Üledék	Makrobotanika	Pollen	Malakológia
Középkor	Fekete lápföld és iszapos tavi üledék	Zsombéksással, náddal tagolt sekélytó	Gyertyános tölgyes foltokkal kevert kiterjedt sztyeppék, szántóföldek	Tőzeges tavi környezetre jellemző fajok
Népvándorlás kor	Nád- és fűztőzeg	Nád- és fűzláp	Antropogén hatású sztyeppe maximális kiterjedése	Lápi fajok dominanciája
Császárkor	Zsombék- és nádtőzeg	Zsombéksással, náddal tagolt sekélytó	Ligetekkel tagolt antropogén sztyeppék	Szárazföldi és lápi fajok domin.
Vaskor			Bükk, gyertyán terjedése a fával borított allúviumon, szántóföldek, legelők jelentős kiterjedése	Lápi fajok előretérése, kerekcsigák csiga dominanciája
Bronzkor	Nádtőzeg iszapos laminákkal	Nádasokkal tagolt sekélytó	Bükk, gyertyán megjelenése az allúviumon, legelők kiterjedése	Sekélytavi környezetre jellemző fajok
Rézkor			Gabona és gyompollenek megjelenése, erdők visszaszorulásának kezdete	
Neolitikum	Mohatőzeg	Barnamoha láp	Zárt tölgyes erdők az allúviumon, erdősztyepp a magasparton	Kopoltýús fajok dominanciája
Mezolitikum			Vegyeslombozatú tajga az allúviumon és ligetes tajga a magasparton	Hidegtűrő elemek dominanciája
Epipaleolitikum	Tavi üledék	Lápos tavi állapot	Zsurlós mocsár hidegtűrő tajgával fedetten	Mozgó vizet kedvelő fajok
Paleolitikum	Fluviális üledék	Folyóvízi állapot		



1. ábra. A vizsgált terület elhelyezkedése a dunai allúvium déli részén

területnek a legdélebbi része a Vörös-mocsár és a Hajósi-kaszálók ( $46^{\circ}23'40''$  N,  $19^{\circ}09'30''$  E), ahol a vizsgálatokat végeztük. A vizsgált terület a meleg mérsékelt övben (Köppen féle Cfa klímaövbén) helyezkedik el. A januári középhőmérséklet  $-2^{\circ}\text{C}$ -nál enyhébb, a tél hosszúsága mindössze 2,5–3 hónap. A terület klímája kontinentális, óceáni, szubmediterrán klímahatással egyaránt jellemezhető, éghajlati szempontból tipikus átmeneti terület. A csapadék éves mennyisége 500 és 600 mm

közé esik, így a hőmérsékleti és párolgási viszonyokat figyelembe véve a tőzegképződés határán helyezkedik el a vizsgált terület, de a dunai allúviumon kialakult magas

talajvízszint hatására a folyószabályozásig és csatornázásig az elhagyott és feltöltődésnek indult folyómedrekben folyamatos tőzegképződés alakult ki. A tőzegképző környezetben elsősorban a nádas, gyékényes, sásos vegetáció, a peremén éger-kőris láperdővel terjedt el az allúviumon, míg a magaspartokon nyáras-borókás pusztai cserjésekkel, kocsányos tölgyesekkel tagolt homokpuszta gyepek alakultak ki. Sajnos a természetes vegetáció a vizsgált területen a tőzegtányászat, a szántóföldek, szőlő- és nyárfaültetvények következtében szinte teljes mértékben visszaszorult így már a közelmúlt növényzetét is csak pollen-analitikai, makrobotanikai elemzésekkel rekonstruálhatjuk.

## **2. A környezettörténeti vizsgálat eredményei**

A Hajós–Kaszálók lápterületen mintegy 4 méteres, a császártöltési Vörös-mocsárban mintegy 3 méteres üledéksorozat fejlődött ki az elmúlt 15 ezer év folyamán (1. táblázat). A fúrások feküsképződményét helyenként aprókavicsokat is tartalmazó, muszkovitban gazdag, finomhomokos apróhomok alkotta. A szelvények nyomán a következő üledékfeltöltődési és vegetációfejlődési szakaszok jellemezték a dunai allúviumot a jégkor végén és a jelenkor (holocén) folyamán (2. ábra).

### *2.1. Folyóvízi szakasz*

A radiokarbon kormeghatározás és a paleoökológiai adatok alapján a magaspart alatt húzódó feltöltődött medrek a pleisztocén végén mintegy 15 ezer éve szakadtak el a Duna vízrendszerétől, egy neotektonikus süllyedés során. A hajósi láp egy klasszikus patkó alakú morotvatóban indult fejlődésnek, míg a Vörös-mocsár egy szokatlanul hosszú, több kilométeres holtágban jött létre. A folyóvízi feküsképződmény, a durvább szemcseösszetételű, jelentős áramlási energia mellett felhalmozódott üledék kifejlődését követően ennek a hosszú, valószínűleg a dunai főmedertől egységesen levált holtágnak az egyes részei eltérő módon fejlődtek, így a vizsgált dunai meder egyes szakaszain eltérő üledékes feltöltődés, eltérő növényzeti összetétel alakult ki már a jégkor végén.

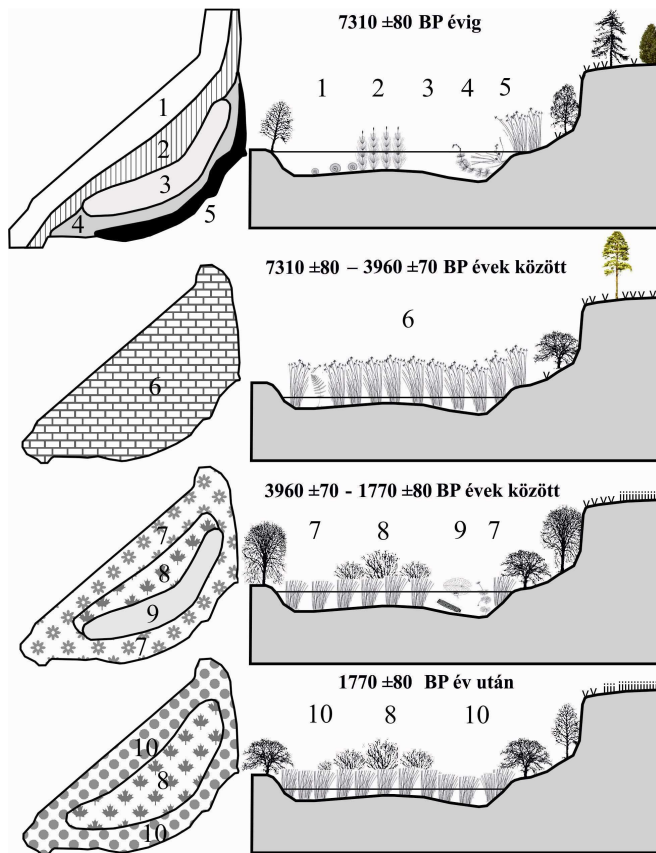
A folyóvizet, az aktívan fejlődő folyómedret még nem nádas, hanem a napjainkban az alpi, kárpáti hegyvidéken elterjedt zsurlós mocsár szegélyezte. A pollenkoncentráció és pollenösszetétel alapján a zsurlós mocsarat erdei fenyő, cirbolyafenyő, törpefenyő, vörösfenyő, éger, törpenyír, közönséges nyír cserjékkel és fákkal, magashegységi-tundrális elemekkel, köztük csipkeharasztal kevert vegyes lombosított tajga övezte az ártéri síkságon. Ugyanakkor a folyómedreket övező magaspart növényzetére erdei fenyőkből és nyírfákból álló tajgafoltokkal, csupasz homokfelszínekkel tagolt ürmös-füves száraz kontinentális sztyepp volt a jellemző.

### *2.2. Jégkor végi – holocén kezdeti tavi és lápos tavi állapot.*

A folyóvízi állapot lezárulását követően, a jégkor végén a késő-glaciálisban a medrekben hideg és tiszta vizű magas vízállású morotvatavak fejlődtek ki. A morotvatavak döntő részén nem éltek vízi növények, így a víz oxigénben gazdag volt és ez kedvezett a kopoltyús csiga és kagylófaunának, ezért nem véletlen, hogy rendkívül fajgazdag és jelentős egyedszámú puhatestű fauna élt ezekben a jégkor végi morotvatavakban. A morotvatavak kialakulásával párhuzamosan a vegetáció is átalakulásnak indult, és mind az ártérről, mind a magaspartról eltűntek a hidegkedvelő elemek.

A cirbolyafenyő, vörösfenyő, csipkeharaszt, törpenyír visszaszorulásával párhuzamosan az erdei fenyő, közönséges nyír dominanciája emelkedett meg, megjelentek az enyhébb éghajlati viszonyokat jelző tölgy-, hárs-, és szilfák, és zárt vegyes lombosított tajga alkotta galériaerdő borította a jégkor végén a dunai árteret. A magasparton eltűn-

tek a tundrális elemek, és erdei fenyő, nyír ligetekkel tagolt füves sztyepp fejlődött ki a homokkal és lösszel borított száraz felszíneken. A magasparton boreális erdők és kontinentális sztyepp növényzetének keveredése alkotta erdőssztyepp fejlődött ki.



2. ábra. A Hajós-Kaszálók növényzeti fejlődésének fő szakaszai

Vízi és lápi növényzet: 1. áramló víz, 2. zsurlós mocsár, 3. álló víz, 4. hinaras, 5. vidrakeserűfű, 6. ingólápok, 7. zombék-semlyék komplex, 8. fűzláp, 9. tündérrózsás hínár és varangyszittyós, 10. zombéksásos.

A morotvatavak parti zónájában, elzárt öbleiben lebegő barnamohás lápok fejlődtek ki. A barnamohás lápi környezetben megindult a tőzegképződés és a fajgazdag mohaflóra mellett az alföldi környezetben ma már rendkívül ritka lápi fajok, mint lápi békabuzogány, vidrafű, tőzegeper, hólyagos sás. A holocén kezdetén a morotvatavak felszínének egyre jelentősebb részét borította a barnamohás láp és ez a környezet egészen a Krisztus előtti VI. évezred kezdetéig fennmaradt annak ellenére, hogy ekkor már az erdei fenyvesek mind az ártérrel, mind a magasparttól kiszorultak és a helyüket a tölgy, szil, kőris, hárs, mogyoró dominanciával jellemezhető ligeterdők vették át. A magaspart növényzeti fejlődésének legjelentősebb vonása, hogy a mérsékeltövi fák előretörése ellenére a kontinentális sztyeppelemek fennmaradtak, a mélyebb

helyzetű talajvízszint következtében az erdőzáródás nem történt meg és a holocén első felében is erdőssztyepp vegetáció maradt fenn. A barnamoha láp fázis lezárulása, a barnamoha lápot alkotó fajok viaszorulása és a jégkor végi morotvatavakban fejlődött tőzegképződés megváltozása jól párhuzamosítható az első élelemtermelő közösségek, a neolitik Körös kultúra Duna-völgyében történő megtelepedési idejével a Krisztus előtti VII. évezred végével, a VI. évezred kezdetével. A vizsgált területen kis számban sikerült a Körös kultúra (Kr.e. 6200–5300) megtelepedésére utaló nyomokat találni. A lelőhelyek jellemzően a Sárköz területén, környezetükből kissé kiemelkedő (minden esetben 91 m tengerszint feletti magasságú) övzátanyok területén találhatók, melyek feltehetőleg folyamatosan árvízmentesek voltak, s így ideális élőhelyet szolgáltattak a letelepedett népességnek.



### 2.3. Holocénre jellemző tőzegképző környezet és a nádtőzeg kifejlődése.

A Krisztus előtti VII/VI. évezred fordulóját követően az üledékösszetétel és a fosszilis növény- és állatközösségek összetétele is megváltozik, a barnamohaláp kipusztul a területről, és nádasok terjednek el a helyén. A nádtőzeg felhalmozódása az elhagyott folyómedrek valamennyi pontján megindult és ezzel párhuzamosan a kopolytús csigák aránya drasztikusan lecsökkent, vízi tüdőscsigák és vízparti higrofil puhatestű fajok terjednek el az új környezetben.

A nádasok kialakulása egybeesik a szárazföldi vegetációban beálló erőteljes változásokkal és egy jellegzetes, valószínűleg kiterjedt égetés következtében kialakult tőzegben található pernyecsúccsal. A medreket a kora-holocén során szegélyező füzesek, keményfás ligeterdők visszaszorultak, és ezzel párhuzamosan a lágyszárúak, többek között ürömfélék, őszirozsa félék fokozatos terjedése figyelhető meg. A vegetációváltozás a magasparton is megindult, és ürömfélékben, fészkes- és ernyősvirágzatúakban gazdag lösz és homokpuszta alakult ki, s ennek nyomán mindössze kisebb tölgyes foltokkal tagolt meleg kontinentális sztyepp fejlődött ki a hajósi magasparton a kora holocén végén, a holocén középső szakaszának kezdetén.

A pernyecsúcsok megjelenése nyomán feltételezhető, hogy az elhagyott medrekbe az üledék behordódás növekedése, a nádasok dominanciájának kifejlődése és nádasok terjedése, a termelő gazdálkodás folytató közösségek megjelenése, megtelepedése és a környezetre gyakorolt hatások nyomán fejlődött ki. Bár a neolit közösségek technikai szintje látszólag fejletlen volt, de a növényzet kiterjedt égetésével, és megbontásával mégis jelentős kiterjedésű eróziót, talaj- és üledékáthalmazódást, valamint vegetációváltozást indítottak el.

A nádtőzeg rétegben az újkőkor során a szerves anyag tartalom kezdetben ciklikusan, majd folyamatosan növekedett a vizsgált területen. A tőzegben kifejlődött szerves anyag tartalom és a környezetre gyakorolt emberi hatás a neolitikum végén, a rézkor kezdetén, a Lengyel kultúra (Kr.e. 5000–4000) kifejlődésének idején, a Krisztus előtti IV. évezred végén érte el egyik maximumát, és *az ekkor kialakult emberi hatást a kora bronzkorig, a nádasok visszaszorulásáig, a zsombéksásos vegetáció előretöréséig nem haladta meg egyetlen a területen megtelepedett, vagy kialakult emberi közösség hatása sem.*

A neolitikum időszakával ellentétben, a rézkor idejéből, jelentős számú települési nyomot ismerünk. A legkorábbi betelepülőket, a régészeti leletek alapján, a kora rézkori Tiszapolgári kultúra (Kr.e. 4400–4000) népességéhez köthetjük. A kultúra nagyállattartó népessége rövid életű telepeit az árterek partján található dombsorokon alakította ki. Nincs ez másként Császártöltés és Hajós területén sem, mivel a magaspárt kiváló megtelepedési helyet kínált a különböző korok embereinek.

A Tiszapolgári kultúra hagyományainak szerves folytatója a középső rézkor során a Bodrogkeresztúri kultúra (Kr.e. 4000–3800) volt. Ezen kultúra települései szintén a magaspárt területén, a part egy keskeny sávjában kerültek napvilágra, valamint a legújabb kutatási eredmények (M9 autópálya leletmentése) alapján feltételezhetjük, hogy a Sárköz területén is számolhatunk megtelepedésükkel. A vizsgált területen két jelentős temetőjük is napvilágra került, melyek közül az autópálya nyomvonalaiban található feltárása meg is történt. E temetőről kijelenthetjük, hogy az eddig megismert és feltárt temetők közül az egyik legjelentősebb, bár leletanyaga alapján feltételezhetjük, hogy a kultúra egy szegényebb csoportjához tartozott.

A késő rézkorban a területen, a szintén nagyállattartó korai, majd klasszikus Badeni kultúra (Kr.e. 3500–3000) népe telepedett meg. A korábbiakhoz képest, mind a lelőhelyek száma, mind a telepek nagysága jelentősen megnőtt, s a Tiszapolgári és Bodrogkeresztúri kultúrákkal ellentétben nemcsak a magaspárt területén, hanem a Sárközben is intenzív településnyomokat sikerült megfigyelni. A sárközi lelőhelyeik minden esetben az egykori medrek mentén, az azokat kísérő alacsony dombsorokon találhatók.

A Sárköz korábbiaknál sokkal intenzívebb benépesítésével, igénybevételeével a Badeni kultúra népe jelentősen kiterjesztette az emberi megtelepedés határait.

A legkorábbi letelepedők a kultúra Bolerázi-csoportjának lehettek tagjai. A csoport eredetét a Dunántúlhoz köthetjük, mely területről kiindulva Közép- és Kelet-Szlovákián illetve a Duna–Tisza mentén át eljutott a Nagyalföldre.

A korai Bolerázi-csoport után, a területen megjelent a klasszikus Badeni kultúra. A Badeni kultúra a korábbi rézkori kultúrákhoz hasonlatosan nagyállattartó (szarvasmarha) életmódot folytatott, de kismértékben már a földműveléssel is megismerkedett. A legelők romlásával, a megművelt földek talajának kimerülésével a badeni kultúra emberei is újabb területre költöztek. Ennek hatására viszonylag gazdag, de nem egyidejű emléktanyag maradt fenn utánuk.

#### 2.4. Zsombék-semlyék fázis.

A Krisztus előtti III. évezred második felében egy jellegzetes változás alakult ki a vizsgált területen. Ezen fázis kezdetén erőteljes és jellegzetes pernyecsúcs alakult ki. A pollen-vizsgálatok alapján a tölgy dominanciája lecsökkent, a gyertyán és bükk terjedt el, illetve gyertyános-tölgyes és gyertyános-bükkös társulások jelennek meg, de emellett a sztyeppek kiterjedése is megemelkedett mintegy 75–80%-ra. Egyértelműnek tűnik, hogy a bükkös és gyertyános erdők a Duna árterületén terjedtek el, míg a homokhátságon a holocén korábbi fázisában kifejlődött tölgy-hárs erdőkkel jellemezhető erdőssztyepp helyét kaszálók, legelők és gabonaföldek vették át a rézkor végén, a bronzkor kezdetén. *Bár a klíma csapadékosabbá vált* (például a morotvatavakban a vízszint egyértelműen magasabb lett), de az erős antropogén hatás, *az intenzívebb termelő tevékenység megakadályozta az erdők kialakulását.*

Erre a fázisra tehető a császártöltési mocsárterület és a hajósi lápterület fejlődésének szétválása: a Vörös-mocsárban folytatódott a nádtőzeg felhalmozódás, míg a hajósi lápterületen az intenzívebb emberi hatások következtében a feltöltődés felgyorsult és zsombék sásos vegetáció fejlődött ki. A méteres magasságú zsombékok között sekély és ingadozó vízmagasságú semlyékek fejlődtek ki tündérrózsával, vízitökkal jellemezhető hínártársulásokkal, valamint varangyszittyós és békaszittyós pionír iszaplakó közösségekkel. Valószínűsíthető, hogy a hínártársulások tavasszal és nyárelején, áradásokat követően a magasabb vízállás mellett, az iszaplakó társulások nyár végén és ősszel a semlyékek kiszáradását követően jelenhettek meg a Hajós Kaszálók lápterületén. Itt a zsombéksásos állapot egészen a bronzkortól kezdődően egészen a császárkor végéig, a népvándorlaskor kezdetéig, mintegy 4000 éven át fennállt, míg *a Vörös mocsárban a holocén kezdetén kifejlődött tőzegképző nádasok mintegy 7500–8000 éven keresztül szinte változatlan formában maradtak fenn.*

Ezen időszak, történeti léptékkal mérve, magában foglalja a bronzkort, vaskort, valamint az Alföld római korát, a szarmata időszakot.

A bronzkor korai szakaszában, a Duna–Tisza köze területén a Makói kultúra (Kr.e. 2700–2500) népessége élt. E vidék volt egykor a kora bronzkori Somogyvár–Vinkovci és a Makói kultúra határterülete. A Makói kultúra ritkán elhelyezkedő lelőhelyei jellemzően a magaspart keskeny sávjában találhatók. Vezérletele, a belső oldalukon sávozott háromszögekre osztott, geometrikus mintákkal díszített talpas tálak töredékei eddig csak ezen a területen kerültek elő. A Makói kultúra megjelenésével előtérbe került a növénytermesztés, mely tevékenység szinte az egész bronzkor során meghatározóvá vált.

A Makói kultúrát a Duna–Tisza közén a Nagyrévi kultúra (Kr.e. 2500–1700) követte. A Sárköz és a homokvidék területén eddig azonban csak kis számban sikerült kimutatni a kultúra megtelepedését. Az általunk vizsgált területen is csak néhány lelőhely esetében sikerült e kultúrához köthető régészeti leletanyagot gyűjteni. Egy Császártöltésről előkerült, kisméretű, ép bögréről állíthatjuk csak biztosan, hogy a Nagyrévi kultúra korai fázisához tartozik.

A középső bronzkor viszonylag békés időszakában a területen a Vatyai kultúra (Kr.e. 1700–1500) népessége élt. Terepbejárásunk során csak minimális, e kultúrára jellemző edénytöredéket sikerült begyűjteni, míg a szomszédos Kecel területén a kultúra nyomát több lelőhelyen is sikerült kimutatni, Hajós–Hildpuszta területén a kultúrához tartozó urnasírokat tártak fel. Az urnasírok közelében pedig a Vatyai kultúra földvára található. A magaspart völgyekkel szabdalta, helyenként szinte függőleges fala ideális helyszínt nyújtott refúgiumok létesítéséhez, melyek földszáncsal erősítve jelentős védelmi értéket képviseltek. Egyes feltételezések szerint e területen húzódott a kultúra utolsó védvonalát jelentő földvárrendszer, melynek egyik jelentős tagja lehetett Hajós–Hildpuszta.

Az Alpok és a Rajna vidékeiről érkező harcos, nagyállattartó hódítók – a halomsíros kultúra (Kr.e. 1400/1300) – véget vetettek a középső bronzkor, békés, virágzó szakaszának. Elfoglalták a Vatyai kultúra területét, s rövid életű telepeket hoztak létre. Megtelepedésük nyomai (fényezett, kannelurával díszített edénytöredékeik) Császártöltés és Hajós területén is megtalálhatók.

A késő bronzkorban – jelenlegi ismereteink szerint – a területen jelentősen visszaesett a lakosság, s így a települések száma. Jelenlétüket csak igen kisszámú lelőhelyen sikerült kimutatni. A leletanyag alapján a Gáva kultúra (Kr.e. 1200–900/800) hódító népessége – mely az egész Alföldet elfoglalta – telepedett meg e vidéken.

A kora vaskorban az Alföld területén a szkíta népesség élt. Nyomukat a terepbejárás során nem sikerült kimutatni. A vaskor későbbi szakaszában a Kárpát-medence jelentős része a kelták (Kr.e. 450–Kr.u. I. század) uralma alá került. A kelták első csoportjai a németországi bajor Duna-medencéből kiindulva Ausztrián keresztül jutottak el a Kárpát-medencéig, ahol feltehetőleg a 279-es balkáni hadjárat és vereség után telepedtek le. Ekkor a Dunántúl került ellenőrzésük alá. További Kárpát-medencei terjeszkedésük e területről indult ki, s feltehetőleg a Dunakanyar irányából jutottak el az Alföldre. A vizsgált területen csak néhány lelőhelyen sikerült kimutatni jelenlétüket. A Dunántúlon a kelta törzsek megérték a római hódítást, míg gyér lakosságú, alföldi telepeik a keletről érkezett új hódítók, a szarmaták uralma alá kerültek.

Az iráni eredetű szarmata (Kr.u. 1–5 század) jazigok csoportjai a Kr. u. I. század első felében birtokukba vették a Kárpát-medence keleti területeit. Legkorábbi leleteik a Duna–Tisza köze északi és középső területeiről ismertek. Ebben az időben a mai Bács-Kiskun megye homokos területei lakatlanok, vagy gyéren lakottak voltak. Az első szarmata betelepüléssel a területen az I. sz. második felében számolhatunk. Az első nagyobb létszámú betelepülés a második század során következett be, mely összefüggésben állhatott a 20 évig tartó markomann–kvád háború lezárultával, s a roxolánok egyes csoportjainak a Kárpát-medencébe költözésével. A III. század elején bekövetkezett gót és gepida népmozgások felborították a korábbi barbár településrendet, melynek hatására a barbár törzsek egyre nagyobb nyomást gyakoroltak Pannónia provinciára. A IV. század közepén a gepidák tiszántúli terjeszkedésének hatására egyre több szarmata csoport kénytelen a Temesközbe és a Duna–Tisza közére áttelepülni, így itt egyre nagyobb lélekszámú megtelepedéssel számolhatunk. Ezt bizonyítják a régészeti terepbejárás adatai is.

A településeiket rendszerint vízparti kiemelkedő dombháton kialakító szarmaták belakták mind a magaspart területét, mind a Sárközben található, az ártérből enyhén kiemelkedő dombhátaikat. A területen élők lélekszámának növekedésével megkezdtek a betelepülést a homokvidék magasparttól távolabb eső területeire is, bár ezt szinte minden esetben a partra merőleges, jelentős mélységű, és jó vízellátottságú völgyek mentén tették. *A történelem során – a magyar középkortól eltekintve – a legnagyobb népsűrűséggel, és legsűrűbb településszerkezettel találkozhatunk a szarmata korban.* Ezt jól tükrözi, hogy több mint 60 lelőhelyen sikerült megfigyelni a szarmata

megtelepedés nyomait. A szarmata kor utolsó időszakában, egy szárazabb éghajlati periódus kifejlődésének időszakában lehetőségük nyílt a Sárköz mélyebben fekvő részeinek benépesítésére is. Így telepeik és az általuk kialakított kutak megjelentek a korábban (és tegyük hozzá, hogy jelenleg is) igen sokszor vízzel borított, mélyebb területeken, melyek rendszerint a korábbi megtelepedési határt jelentő 90,5–91 m tengerszint feletti magasság alatt helyezkedtek el. Ennek nyomán *a késő-szarmata korban egy jelentősebb kiszáradási fázissal számolhatunk a vizsgált területen.*

## 2.5. A zsombéklápok pusztulása, fűzláp kifejlődése.

Ezen fázis első felében a császárkor végén, a népvándorláskor kezdetén a jelentős pernyecsúcs intenzív tüzek kialakítására utal. A pollenkoncentráció nagyon alacsony, ami feltételezhetően kapcsolatban van ezzel a pernyecsúccsal. Jelentős antropogén hatást (gabonatermesztés, legeltetés, taposás) lehet kimutatni az üledékből, ami feltételezi a tüzek égetéses jellegű antropogén eredetét. Ugyanakkor a természetes okokat sem lehet teljesen kizárni, mert az elemzéseink alapján a morotvatavakban a vízszint erőteljesen lecsökkent, és ez *a változás az árvizek mennyiségének csökkenésével, egy szárazabb éghajlati periódus kifejlődésével hozható összefüggésbe*, amikor a természetes tüzek kifejlődésének lehetősége erőteljesen megemelkedhetett. A mederben az alacsonyabb vízszint hatására a változatos zsombék-semlyéktársulás degradálódott, az iszaplakó- és hínártársulások eltűntek, és zárt fűzláp kialakulása indult meg. A hajósi területen a fűzláp állapot egészen a középkorig fennállt, míg a császártöltési területen a nádtözeg felhalmozódás folytatódott.

A népvándorlás-kor (Kr.u. 5–8 század) viharos első 150 éve után a területet az 567-ben a Kárpát-medencébe költöző avarok vették birtokukba. A Sárköz területén a korai betelepülés nem mutatható ki. Az avarok tömeges megtelepedése a Duna–Tisza közén a 7. század közepső harmadában a déli hadjáratok kudarca után történhetett meg. A Kárpát-medencében a 700–720. évek után ugrásszerűen megnőtt az avar (későavar) lelőhelyek száma. Az avar uralmat végül Kis Pipin törte meg, aki 796-ban a Tiszántúlig hódoltatta az avarokat. Az avar birodalom bukása után a Sárköz területe a frank és a bolgár birodalom gyepűterülete lett.

Megtelepedésük nyomait őrzi a területen a kis számban előkerült településnyom, valamint a Hajós-pincéknél, és Hajós Cifrahegyen feltárt temető.

## 2.6. Középkori vegetációfejlődés

*A magyar honfoglalást követően az éghajlat kedvezőbbé vált, meleg maradt, de mérsékeltten szárazzá vált.* Kevert tölgyesek és gyertyános-tölgyesek terjedtek el a vizsgált terület tágabb térségében, de ezzel párhuzamosan erőteljes emberi hatás, és kiterjedt gyomokkal valamint kultúrnövényekkel kevert erdőssztyepp rekonstruálható a magaspart döntő részén. A Duna–Tisza közének egy részét I. Endre király a tihanyi apátságnak ajándékozta (1055), mely birtokról az 1211-ben készült felmérése során a következőket állapították meg: „*meta, in qua est pinus, ...Feneues, ...in alia est pinus.*” Az erdős területek IV. László korában is számottevő jelentőségűek voltak. Erre utal a kunok számára kiadott adománylevel is: „*adván és adományozván nekik... úgy mint erdőkkel, rétekkel, halastavakkal... és sűrű erdőkkel bővelkednek*”. A hajósi láp mélyebb részén ezekkel a változásokkal párhuzamosan ismét megjelentek a semlyéktársulások, valamint újra megjelent a korábbi folyóvízi szakaszra jellemző zsurlós mocsári közösség. Ezek a változások erőteljes emberi beavatkozást bizonyítanak a láp fejlődésében és valószínűsíthető, hogy a magyar honfoglalást követően 1-2 hektár kiterjedésű, mintegy 1,5 méter mély halastavat alakítottak ki a láp területén. A halastó vízellátását az élő medrek irányából bevezetett áradmányvizekkel és láp mellett húzó-dó löszfal alatt található időszakos források vizének felhasználásával oldották meg. A

halastó egészen a XVI. századig, a török hódítás és megszállás idejéig fennállt. A magyar honfoglalást követő halastó kialakítás nem egyedi jelenség, más Duna-völgyi, bodrogi, nyírségi és hansági területeken egyaránt kimutathatók a X–XI. században kialakított néhány hektáros halastavak, és ennek nyomán aktív beavatkozás a folyórendszerek, mélyebb fekvésű lápok és mocsarak hidrológiai rendszerébe. Ennek nyomán a hazai történetírás egy részére jellemző, *a magyar honfoglaló közösség termelési tapasztalatairól, társadalmi berendezkedéséről, szervezetségéről alkotott, egyszerűsítő jellegű felfogást alapvetően meg kell változtatni.*

A terület Árpád-kori történetére jellemző az írásos anyag teljes hiánya, így a kora középkori településszerkezetre csak a terepbejárás során előkerült anyag alapján következtethetünk. A vizsgált területen mind a magaspárt, mind a Sárköz területén jelentős számú és méretű, időközönként elköltöző településsel számolhatunk. *A régészeti korok során először népesül be hosszú időre, s nagyszámú lakossággal a homokvidék belső, magaspárttól távol eső területe is.* A területen a legsűrűbb településhálózat a kora középkorban alakult ki. Ezen korszakban a falvak 2–10 háztartásból álló, viszonylag kisméretű települések voltak. A népesség növekedésének hatására megindult a falvak lakosságának szétrajzása, melynek hatására kialakult az egymástól 4–5 kilométerre található falvakból álló településrendszer. A korabeli településrendszerre hatalmas csapást mért a tatár pusztítás, mely után kialakul a lényegesen kisebb számú, ám jelentős lélekszámú falvakból álló településhálózat. E falvak leggyakrabban már a templom környezetében alakulnak ki, s helyük állandóvá válik. Mind a homokvidéken, mind a magaspárt közvetlen környezetében és a Sárközben megtalálhatjuk nyomukat. A terepbejárás során hét középkori falu maradványait találtuk meg, melyek közül hat települést okleveles és egyéb forrásokkal azonosítani is tudtunk. Így lokalizáltuk az egykori Csalaegyház, Morcs, Hajós, Csákányfő, Kál és Ilde településeket. A települések közül Csalaegyház, Hajós, Csákányfő és Kál templomának helyét is megismertük. Ezen települések megérték a török hódítást is. Egy részük már a hódítás korai szakaszában elpusztulhatott, míg a továbbélő falvak török adófizetőkkel váltak. A végső csapást e vidék településeire a felszabadító háborúk mérték. Ekkor gyakorlatilag elnéptelenedett a Duna-völgynek ez a szakasza, és egészen a XVIII. század első feléig, a német telepések megérkezéséig nem számolhatunk komoly megtelepedéssel. A terület ekkor a Kalocsai érseki uradalom részévé vált, s a betelepült német telepések munkája révén újra virágzásnak indult.

## 2.7. Folyószabályozás hatása

A XIX. századi folyószabályozás hatására a láposodott területek kiszáradása, a tőzegrétegek felszínközeli részének megsemmisülése indult meg. A Vörös-mocsárra jellemző nádasok zsombéksásos vegetációvá alakultak, míg a hajósi területen fűzláp kifejlődése indult meg újra. A tőzegterületek eredeti növényzete átalakult, homogenizálódott és gyomvegetáció, ember által telepített növények terjedése indult meg. A kiszáritott ártéren megindult a tőzeglányászat is, így az egész vizsgált terület tájfejlődésében az emberi hatás lett a meghatározó.

## 3. Összegzés

A közelmúltban elvégzett régészeti és természettudományos vizsgálatok ismételtén igazolták, hogy a történelmi korokban (napjaink emberével ellentétben) milyen szoros, egymásra gyakran erőteljes hatást gyakorló kapcsolat volt ember és környezete között. A vizsgált területen – mely a Dunántúl és az Alföld valódi határa – nyomon követhetjük, hogy a régészeti kultúrák népei hogyan alkalmazkodtak környezetükhöz,

és az milyen hatást gyakorolt életmódjukra, megtelepedésükre. A Sárköz területén – mely az elmúlt 8000 év jelentős részében ártéri terület – gyakorlatilag folyamatos volt az emberi megtelepedés. A telepek azonban, néhány szárazabb periódustól eltekintve, sohasem létesültek 90,5–91 méteres tengerszint feletti magasság alatti területen, így ezt tekinthetjük e területen az emberi megtelepedés határának. A mélyebb területek gyakorlatilag lakhatatlan, gyakran vízjárta, mocsaras részek, melyek közül szigetszerűen emelkednek ki az emberi megtelepedésre alkalmas dombok, melyeken jelentős számú régészeti lelőhely található. Ezen állapot, a neolitikumtól a középkoron át (a középkori falvak is ezeken az ártéri szigeteken találhatók) egészen az újkor végéig tartott, mikor megkezdődött a terület lecsapolása. A lecsapolás, csatornaépítések hatására jelentősen megváltozott a táj arculata, az egykor virágzó vízi, ártéri világ területén szántóföldek létesültek, és az eredeti állapotra már alig-alig emlékezett, csak néhány kis kiterjedésű terület maradt meg természetközeli állapotban. A magasparról is elmondhatjuk ugyan-ezt, a lecsapolás hatására itt is átalakult az egykori növénytakaró, az erőteljesen süllyedő talajvízszint, és az emberi tevékenység hatására szinte teljesen eltűnt az egykor domináns növényzet, és átadta helyét a telepített erdőkkel, szőlőkkel, gyümölcsösökkel jellemezhető kultúrtájnak.

### Irodalom

- Anjoukori Okmánytár. Budapest, 1891. VI. k. 383. l.
- Biczó P. 1984. A keceli határ régészeti emléke. In: Bárh J. (szerk.): Kecel története és néprajza.
- Borovszky S. 1900: Magyarország vármegyei és városai. Budapest
- Csánki D. 1913. Magyarország történelmi földrajza a Hunyadiak korában. Budapest 1890–1913.
- Jakab, G.–Sümei, P.–Magyar, E. 2004: New Quantative Method for the Paleobotanical Description of Late Quaternary Organic Sediments (Mire-Development Pathway and Paleoclimatic Records from Southern Hungary). *Acta Geologica Hungarica*, 47. pp. 373–409.
- Gallina Zs. 1996: A Kalocsai Sárköz régészeti emlékei. In: Romsics Imre (szerk.): Tanulmányok Homokmégy történetéből és néprajzából, Homokmégy 1998.
- Kulcsár V. 1986. A Duna–Tisza köze településtörténeti kérdései a kora császárkorban. In: Bárh J. (szerk.): Kutatások Bács–Kiskun megyében
- Knipl I. 2004. Császártöltés régészeti topográfiája. In: Bárh J. (szerk.): Cumania 20. (A Bács–Kiskun Megyei Önkormányzat Múzeumi Szervezetének Évkönyve), Kecskemét pp. 173–204.
- Wicker E.–Knipl I. 2005: Középkori falvak a császártöltési határban. In: Bárh J. (szerk.): Cumania 21. (A Bács–Kiskun Megyei Önkormányzat Múzeumi Szervezetének Évkönyve), Kecskemét pp. 99–144
- Knipl I. 2009: Császártöltés régészeti topográfiája II.(rézkor, bronzkor). In: Bárh J. (szerk.): Cumania 24. (A Bács–Kiskun Megyei Önkormányzat Múzeumi Szervezetének Évkönyve), Kecskemét pp. 91–133
- Knipl I. 2009: Újabb leletek a császártöltési határban. In: Bende L.–Lőrinczy G. (szerk.): Medinától Etéig, régészeti tanulmányok Csalog József szül. 100. évfordulójára, Szentes pp. 145–147
- Szabó I. 1971: A falurendszer kialakulása Magyarországon X–XV. század. Budapest 1966.
- Szabó M. 1971. A kelták nyomában Magyarországon. Corvina, Budapest 1971.
- Tóth K. 1998. A korai bronzkor kutatástörténete Bács–Kiskun megyében. In: Bárh J. (szerk.): Cumania 15. (A Bács–Kiskun Megyei Önkorm. Múzeumi Szervezetének Évkönyve), Kecskemét
- Visy Zs. 2003. Magyar régészet az ezredfordulón. Budapest, 2003.

# ÉGHAJLATI VÁLTOZÁSOK AZ ALFÖLDÖN A HONFOGLALÁSTÓL A 19. SZÁZAD VÉGÉIG

*Rác Lajos\**

Az Alföld a magyar történelem földrajzi keretét jelentő Kárpát-medence legterjedelmesebb nagytája a maga százezer km<sup>2</sup>-es kiterjedésével. Szabó Péter táj- és erdő-történeti kutatásai nyomán tudható, hogy az Alföldet a történeti korok hajnalán sem borította teljesen zárt erdőtakaró, ezt a nagytájat eredendően is leginkább a ligetes erdő, illetve az erdős sztyepp vegetáció jellemezte. Az erdőirtás kezdetei a neolitikum korig, helyenként pedig a mezolitikum vezethetők vissza. Ilyen módon a honfoglalást megelőzően az erdőirtásnak és a mezőgazdálkodásnak már közel hétezer éves előzményei voltak az Alföldön. A magyar honfoglalás idejére az erdősültség mértéke már jelentősen lecsökkent, az ember által érintetlen „őserdőből” pedig minden bizonnyal elég kevés maradt. Valamennyi középkori dokumentumban viszonylag kis kiterjedésű erdők szerepelnek, amelyek szántóföldekkel, rétekkel és legelőkkel körülhatárolható egységek, és a falvak határának fontos, jól elkülöníthető részét képezték. Hatalmas középkori erdőségekről csak az ország határvidékein, a Kárpátokban tudunk. (Szabó P. 2005)

Az Alföld tájfejlődését az emberi tevékenység mellett erőteljesen befolyásolták a történeti korokban végbement éghajlati-környezeti változások is. Mivel éghajlat-, illetve környezettörténeti áttekintésünk időbeni keretét a magyar történelem jelenti, ezért két, a környezettörténeti kutatás eszközeivel megismerhető lezárt éghajlati változást kell megvizsgálnunk. A kárpát-medencei magyar történelem első nagy klímakorszaka a „középkori optimum éghajlat”, vagy ahogy újabban a klímátörténeti szakirodalomban nevezik, a „középkori meleg időszak”. A második ismert és viszonylag alaposan feldolgozott klímakorszak a késő középkor és az újkor „kis jégkorszaka” volt.

## 1. A középkori meleg időszak

A 9. századtól a 13. és 14. század fordulójáig tartó nagytérségi felmelegedést az angol éghajlat-történeti kutatás megteremtője, Hubert H. Lamb (1913–1997) mutatta ki elsőként az 1960-as években, s nevezte el „középkori meleg időszakként” (Medieval Warm Epoch: MWE; Lamb H.H. 1965). A középkori meleg időszak a történeti klimatológia egyik legtöbbet kutatott korszaka, ugyanakkor a magyarországi éghajlat-, illetve környezettörténeti információkat tartalmazó történeti források elégtelenek ennek az időszakkal, illetve általában véve a középkori Magyarország éghajlatának rekonstruálásához, így elsősorban régészeti és természettudományos kutatási eredményekre kell támaszkodnunk.

A 3. század dereka óta tartó hideg telek dominanciáját a 8. és a 9. század fordulóján minden jel szerint melegedés szakította félbe, és a téli időjárás enyhébbé válása tartósan bizonyulhatott. Kern Zoltán bihari jégmag-vizsgálatai szerint a 9. század első felének telei voltak a legenyhébbek az utóbbi kétezer esztendőben, a hőmérsékletnövekedés értéke elérte a 1,5 °C-ot a megelőző periódushoz képest. Az enyhülés intenzitása később csökkent, de a jobbra enyhe téli időjárás az Alföld keleti peremén, s feltéte-

---

\* Dr. Rác Lajos, egyetemi tanár, a történettudomány doktora, SZTE JGYPK Alkalmazott Humántudományi Intézet Alkalmazott Társadalomismereti Tanszék

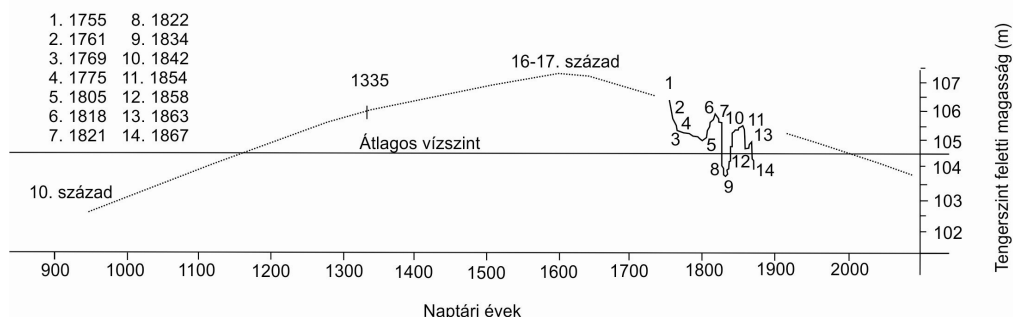
lehetően az egész Kárpát-medencében kitarthatott a 12. század közepéig. A 12. század végén ugyan egy kisebb hidegperiódus szakította meg az enyhébb telek dominanciáját, de a 13. század első fele az utóbbi ezer esztendő egyik legenyhébb téli hőmérsékleti átlagát produkálta. Az 1300-as évek első felének pozitív téli anomáliáit tartósnak bizonyuló téli lehűlés zárta le. (Kern Z. 2010) Igen hasonló eredményekre jutott a Sümegi Pál vezette kutatás, mely enyhe téli időjárást feltételez az Északi-középhegység területén a 7. század végétől egészen a 13. századig. Ugyan egy kisebb hidegperiódus jelentkezett 1100 körül, mégis szignifikánsan magasabb téli hőmérsékletekkel számolhatunk ezen a területen is, a későbbi kis jégkorszak markáns lehűléséhez képest.

A nyári középhőmérsékleteket tekintve a Kern Zoltán és Ionel Popa által készített kelemen-havasi rekonstrukció jelenleg a legfontosabb forrásunk. Ezen vizsgálat alapján kirajzolódik egy hosszabb, hidegebbnek tekinthető periódus 1250 és 1650 között, ugyanakkor tartós hideget inkább az 1390-es évtizedet követően feltételezhetünk az erdélyi hegyvidéki területeken. Az oxigénizotópos jégmag-vizsgálatok, illetve Ionel Popa és Kern Zoltán dendroklimatológiai rekonstrukcióinak eredményei alapján a középkori meleg időszak hozzávetőlegesen 800 és 1250 közé datálható. Az utolsó karakteresen enyhe telek az 1220 és 1240 közötti időszakban uralták a Kárpát-medence téli időjárását, ám feltételezhető, hogy a 9. század első felében előfordultak még ennél is enyhébb telek (Kern Z. 2010).

A nagybárányi Nádas-tó üledékeinek vizsgálata az Árpád-kor időszakában száraz klímát feltételez a középhegységi zóna térségében, amely a tó 13. századi kiszáradásában tetőzött be. (Sümegi Pál et al. 2009) A hosszabb száraz periódust a növényi maradványok mellett geokémiai vizsgálatok is megerősítették. A szerzők a tó 13. századi kiszáradását összekapcsolják a tatárjárásra vonatkozó forrásokkal, melyek néhol szintén súlyos szárazságot említenek elsősorban a nyári időszakkal kapcsolatban, ugyanakkor ennek a hosszan tartó száraz periódusnak a létét az írott források alapján elhamarkodott lenne feltételezni (Sümegi Pál et al. 2009). A 13. század Észak-Magyarországnak viszonylag száraz klímáját támasztja alá egy, szintén a Cserhát térségében (Szécsényben) feltárt kút is, ahol a 13. században még bizonyíthatóan használt építmény fölé a 14. század elején plébániatemplom épült. A kút betemetése után a faszerkezet a megépítés idején átlagos talajvízszintig korhadt el, s az ily módon rekonstruálható talajvízszint hozzávetőleg két méterrel volt alacsonyabb a 20. században átlagos szintnél (Grynaeus A. 1997). A kút készítésekor uralkodó szárazabb klímára enged következtetni az is, hogy a kút faanyagát nem a nedvességet kedvelő kocsányos, hanem a szárazságot jobban tűrő kocsánytalan tölgy alkotta (Grynaeus A. 1993, 1997).

A mezőföldi régészeti tájrekonstrukció szerint a 4. századtól a 14. századig a klíma tartósan szárazzá vált. A Balaton vízszintje a római kori és a kora középkori állapotoknak megfelelően a 11–13. században is alacsony-átlagos, Serlegi Gábor régész szerint 105 méteres tengerszint feletti magasságon lehetett (jelenlegi szint 104,5 m), ami részben megfelel a Sági Károly és Füzes Miklós által készített rekonstrukcióban feltételezett vízszintnek (1. ábra). (Sági K.–Füzes M. 1973) Ezzel szemben Hosszú Csaba, a Nagyberek településstruktúrájának vizsgálatára alapozva, a Balaton 11. századi vízszintjét 103 méterre teszi. (Serlegi G.–Mészáros O. 2010) A Balaton déli partvidékének településhálózat-rekonstrukciója alapján a 12. században kezdődött meg a tó vízszintjének emelkedése, a települések fokozatosan áthelyeződhettek dél felé, magasabb, vízmentes területekre. A 13. század idején az emelkedő Balaton alighanem elárasztotta a korábban mocsaras Nagyberek bizonyos területeit is (Hosszú Cs. 2010).





*1. ábra. A Balaton vízszíntingadozása az elmúlt évezredben  
(Sági Károly és Füzes Miklós után)*

## 2. A kis jégkorszak

A 13. és 14. század fordulója az európai történelem egyik legfontosabb éghajlattörténeti korszakhatára: ez idő tájt ért véget a középkori meleg időszak, s kezdődött el a kis jégkorszaknak nevezett periódus. A fogalmat François Matthes nyomán kettős értelemben használják az éghajlatkutatók, részint a 14–19. század közötti gleccser előnyomulások korát jelölik vele, részint ugyanezen időszak klímájának „metaforájaként” szolgál. A hűvös-hideg éghajlati korszak kezdetét illetően erősen megoszlik a kutatók véleménye. Christian Pfister nézete szerint a kis jégkorszak a 14. század elején kezdődött, míg ugyanezt Raymond S. Bradley (Hubert H. Lamb nyomán) az 1560-as évekre datálja (Bradley R.–Jones Ph. D. 1992; Pfister Ch. 1984, 1992).

A Kárpát-medencét illetően a már említett nagybárkányi kutatás a 13. század derekától mutat ki jelentős lehűlést. A 13. század ezen kutatás szerint a környező időszak legmelegebbje volt, amelyet több évszázados lassú lehűlés követett, mind a legmelegebb, mind a leghidegebb hónap középhőmérsékletének tekintetében, mely jól illeszkedik a nyugat-európai klímarekonstrukciókba. A 14. század végén egy rövid, melegebb időszakot kivéve ez a lehűlés állandósult egészen a 19. század második feléig, amikor a hőmérséklet gyors emelkedésnek indult (Sümei et al. 2009). A hőmérséklet csökkenésével párhuzamosan a csapadék mennyisége is növekedni kezdett, és a 14. századtól kezdve az évi csapadék már meghaladta az elmúlt évezred átlagát. Egy másik mintaterület – a déldunántúli Baláta-tó – környezettörténeti vizsgálata szerint a csapadékos időjárás kezdete korábbra datálható: a 13. század végén már hideg, és nedves környezet uralta ezt a térséget (Zatykó Cs. et al. 2007; Zatykó Cs. 2008). Egy komplex környezettörténeti elemzés hidegtűrő fajok elterjedését mutatta ki Északkelet-Magyarországon is, a Bátorligeti-ösláp területén, a 13. század végére vonatkozóan. A malakofauna-analízis többek között a *Gyraulus riparius* előretörését mutatja, amely tipikusan a gyorsan hidegre forduló időjárás jele. (Sümei P.–Gulyás S. 2004) A hidegebb késő árpád-kori környezetre vonatkozó hipotézist erősíti meg egy, az előzőekhez hasonló módszeren alapuló kutatás is a Jászság területén (Duna–Tisza-köze) (Sümei P. 2005).

A kora Árpád-korban a Balaton nyugati és déli partján a települések többnyire a térség jelentősebb vízfolyásai mellett jöttek létre. A Nagyberek peremén terült el a települések nagy része, a 13. századtól kezdve azonban a Balaton vízszintje több méterrel emelkedhetett, és alighanem elárasztotta a Nagyberek területét. A vízszintemelkedés

csúcspontja gyaníthatóan a 16. és a 17. században volt, és eddig az időszakig a település-hálózat formálódásának egyik irányító tényezője a tó vízszintjének növekedése lehetett. Számos középkori település nem épült újjá, másfelől pedig gyakran a régi falvak közelében jöttek létre új lakóházak, védettebb, magasabb térszíneken (Hosszú Cs. 2010). Részben hasonló tendenciák rajzolódnak ki bizonyos élővizek mentén is, így a Tiszavölgyben Szer (Ópusztaszer) környezetében, ahol egyértelműen a magasabb térszín felé terjeszkedik a település. Hasonló tendenciák mutathatók ki Békés vármegye területén, ahol, számos kisebb morotva mentén, az alacsonyabb térszín az Árpád-kort követően elnéptelenedtek (Vályi K. 1986, Jankovich B. D. 1998, Makkay J. 1989).

Régészeti adatok is utalnak arra, hogy a késő középkor idején a Kárpát-medence csapadékmérlege a jelenkorinál nagyobb aktívumot mutatott. A Balaton közelében található réceskúti bazilika padozatát a 14. században meg kellett emelni a tó vízszintjének, illetve a talajvíz emelkedésének következtében (Pálóczi H. A. 1993). Györffy György és Zólyomi Bálint kutatási eredményei szerint a 13–15. századi alföldi határleírások és határmegújítások során igen gyakran felmerülő probléma volt a határjelek vizek miatti megközelíthetatlensége. Ugyancsak az éghajlat csapadékosabbra fordulását jelzi a vízimalmok széleskörű elterjedése a 13. századtól olyan patakokon is, melyek vize a 20. században már nem volt elegendő malomhajtásra. (Weisz B. 2003) A késő középkorra vonatkozó régészeti adatok a Duna medrének szintemelkedését valószínűsítik a Dunakanyar térségében (Héjj M. 1988, Laszlovszky J. 2004, Mészáros O. 2010).

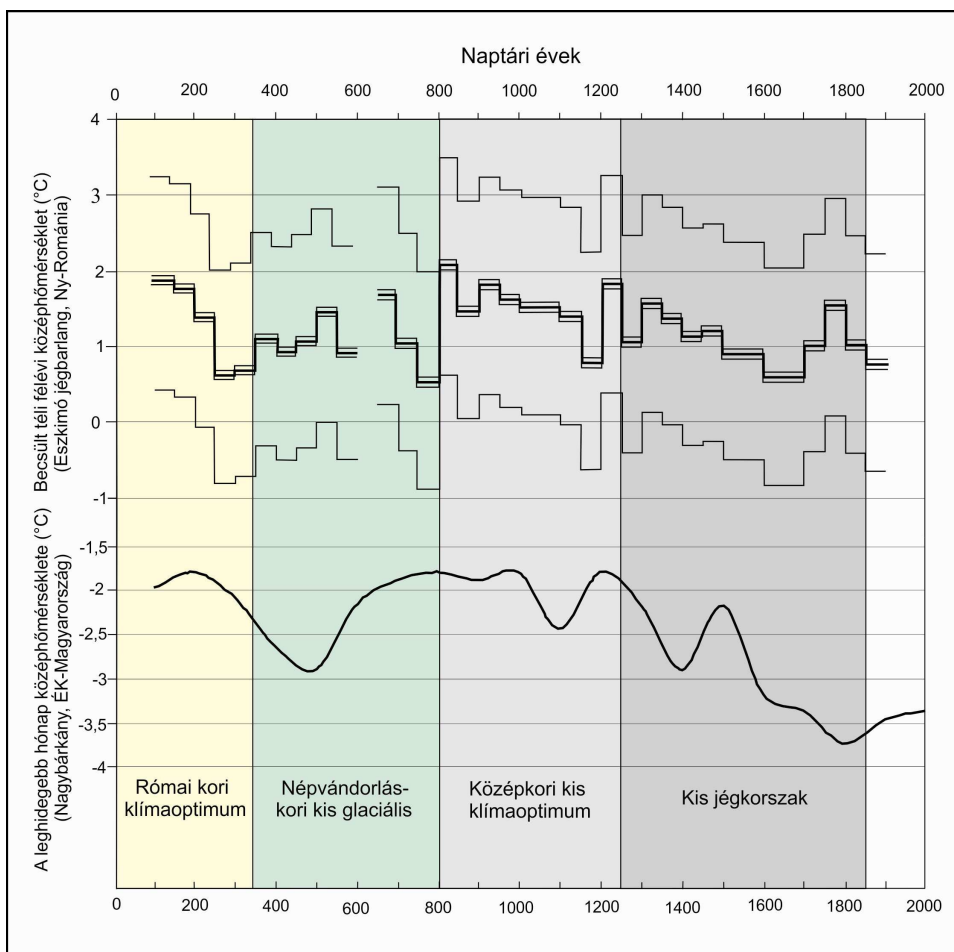
Kern Zoltán és Ionel Popa cirbolyafenyőre alapozott faévgyűrű rekonstrukciója szerint a kelet-erdélyi Kelemen-havasokban a nyári középhőmérsékleteket tekintve, egy kisebb hidegperiódus mutatható ki 1300 körül. Egy átmenetinek bizonyuló felmelegedést követően folyamatosan hideg nyári hőmérsékletek domináltak 1370 és 1630 között (Popa I.–Kern Z. 2009). A 18. század átmeneti enyhülést hozott, majd a 19. század első felében a nyarak időjárása újra hidegebbre fordult. Az elmúlt 800 év leghűvösebb nyarú évtizedei a 19. század első felében voltak a Kelemen-havasokban (az 1820-as és az 1840-es évtizedek), a leghidegebb nyár pedig 1818-ban volt (Kern Z.–Popa I. 2010).

Kern Zoltán bihari oxigénizotópos jégmag-vizsgálata szerint a 13. század derekától kezdődően, mintegy három és fél évszázadon keresztül, egyenletesen csökkent a telek hőmérséklete, hozzávetőlegesen 1,2°C-kal. A lehülés mélypontját a 17. század jelentette, amely egyben a teleket tekintve az elmúlt évezred leghidegebb évszázada is volt (Kern Z. 2010). A cirbolyafenyőkre alapozott dendroklimatológiai vizsgálatok és az oxigénizotópos jégmag-elemzések eredményei szerint a kis jégkorszak meghatározó időszaka 1370 környékétől a 17. század végéig tartott Magyarországon. A 18. században érezhető melegedés mutatkozott az Alföld keleti peremvidékén, majd a 19. században újra némi lehülés mutatkozott a téli középhőmérsékletben (Kern Z. 2010).

A 16–17. században a török háborúk következtében a lakosság erősen megfogyatkozott az Alföldön, aminek következtében összefüggő füves növénytakaró alakult ki, amely védte a felszínt a deflációval szemben, és gyenge talaj kialakulásához vezetett. A 18. századi visszatelepülők intenzív földművelése újra megindította a homokot, ám mérési adatok szerint ez a homokmozgás csupán 50–60 évig tarthatott, viszont nagyon intenzív lehetett, mivel a régi talajra két méter vastag homok halmozódott fel. Két homokmozgást lehet kimutatni ezzel a módszerrel, egy Árpád-kori és egy 18. századit, mindkettő antropogén eredetű lehetett (Gábris Gy. 2010).

### 3. Az éghajlati változások regionális sajátosságai az Alföldön

Az éghajlati változások talán legfontosabb jegye Magyarországon a „természetes évszakok” időtartamának és időhatárainak módosulása volt. A kis jégkorszak típusos időszakaiban az igazi tél december-január fordulóján köszöntött be, és gyakran eltartott egészen március végéig, az áprilisban kezdődő tavaszi időjárás júniusban is folytatódott, az „alpesi” nyár júliusra és augusztusra korlátozódott, az évet pedig a hosszú nyúlt, nagyjából hűvös és csapadékos időjárású ősz zárta le. A jelenkori felmelegedés idején a természetes évszakok szerkezete erőteljesen egyszerűsödik, a négy évszakot egyre inkább két évszak váltja fel, a téli félév és a nyári félév. Nem rendelkezünk azonban elegendő adattal ahhoz, hogy ezt a jelenkori tendenciát visszavetítsük a középkor meleg időszak évszázadaira.

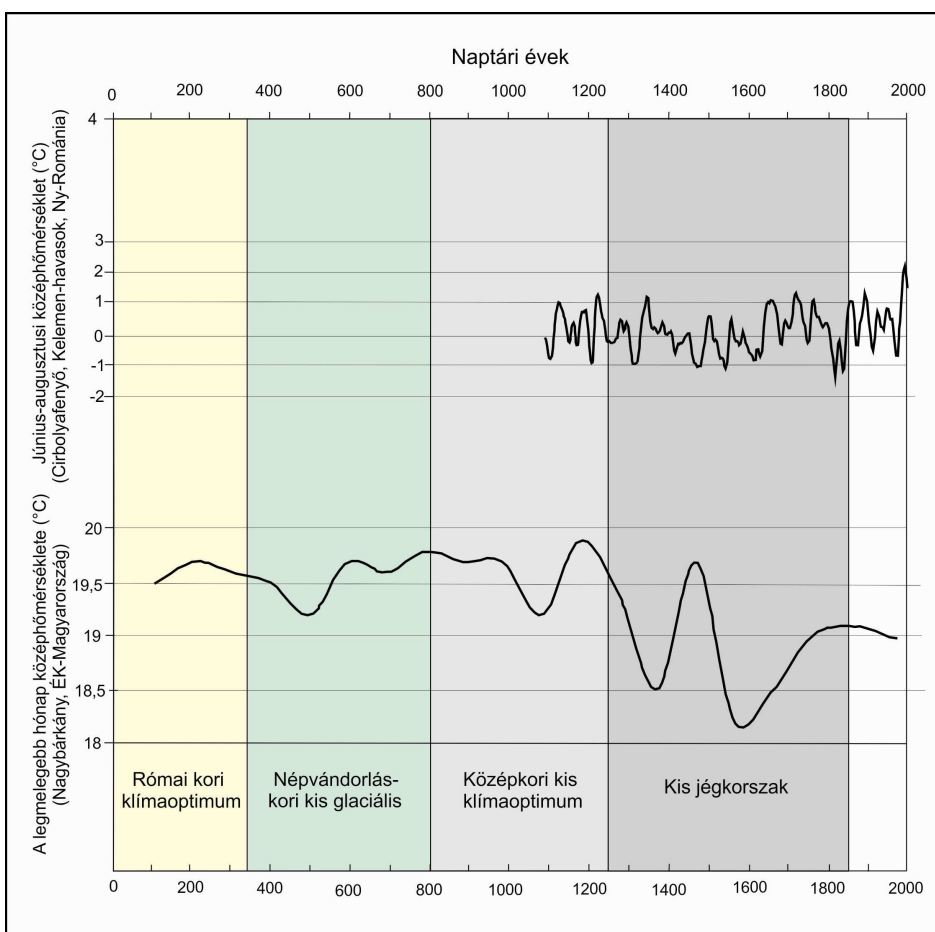


2. ábra. A Kárpát-medence téli időszakára vonatkozó klímarekonstrukciók (Kern Zoltán és Sümegi Pál et al. nyomán)

A Kárpát-medencében általában, de az Alföldön különösképpen az éghajlati változások legfontosabb indikátora a csapadék mennyiségének, és esetenként halmazállapotának a változása volt. A hemiszférikus, vagy globális felmelegedések idején a Kár-

pát-medence klímája szárazabbá vált, a felmelegedés a nyarakat kevésbé, a teleket inkább érintette, rövidebb ideig maradt meg a hótakaró, s a csapadék nagyobb arányban hullott eső formájában. Általános lehűlés idején pedig az éghajlat csapadékosabbra fordult, a telek pedig érezhetően hidegebbek lettek, így a téli csapadék nagyobb arányban hullott hó formájában, s hosszabb ideig maradt meg a hótakaró is raktározva a téli csapadékot (Rácz L. 2001).

Az éghajlati változások regionális sajátosságaira vonatkozó következtetéseinket két, a jelenkori felmelegedést közvetlenül megelőző klímaváltozás vizsgálatából vontuk le. A jelenkori globális felmelegedés bizonyos mértékig valószínűsíthetően természetes okokra vezethető vissza. Ugyanakkor az emberi tevékenység, mindenekelőtt az ipari termelés ugyancsak szerepet játszik a globális felmelegedés kibontakozásában. Ilyen módon egy alapvetően új helyzet állt elő, amelyhez nincs teljes értékű precedensünk.



3. ábra. A Kárpát-medence nyári időszakára vonatkozó klímarekonstrukciók  
(Ionel Popa és Kern Zoltán és Sümegi Pál et al. nyomán)

## Irodalom

- Bradley, Raymond S.–Jones, Philip D. 1992: When was the „Little Ice Age”? In: Takehiko Mikami (szerk.): *The Little Ice Age Climate*. Tokyo, pp. 1–4.
- Gábris Gyula 2010: Történelmi idők lumineszcencias kormeghatározás alapján a Tiszazug területén. In: Kázmér Miklós (szerk.): *Környezeti események a honfoglalástól napjainkig történeti és természettudományos források tükrében*. Budapest pp. 26–27.
- Grynaeus András 1993: A szécsényi 92/5. számú XIII. századi kút faszerkezetének dendrokronológiai vizsgálata (resumé) In.: XXI. Tudományos Diákköri Konferencia Humán Tudományok Szekciója. A dolgozatok összefoglalója. Szombathely, 150. p.
- Grynaeus András 1997: Dendrokronológiai kutatások Magyarországon. Kandidátusi Értekezés. Bp.
- Héjj Miklós 1988: Településföldrajzi megfigyelések. Visegrád XIV–XVI. században. In: Köbölös József (szerk.): *Visegrád, 1335: Tudományos tanácskozás a visegrádi királytalálkozó 650. évfordulóján: Visegrád, 1985*. Budapest, pp. 63–67.
- Hosszú Csaba 2010: A Nagyberék változó arca a települési struktúra tükrében. In: Kázmér Miklós (szerk.): *Környezeti események a honfoglalástól napjainkig történeti és természettudományos források tükrében*. Budapest, pp. 36–37.
- Lamb, Hubert H. 1965: The Early Medieval Warm Epoch and Its Sequel. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology* 1, No. 1 (1965): 13–37.
- Jankovich B. Dénes (szerk.) 1998: Békés megye régészeti topográfiája. Békés és Békéscsaba környéke (Magyarország régészeti topográfiája 10). Budapest, 673–677. (12/8, 12/9)
- Kern Zoltán 2010: Éghajlati és környezeti változások rekonstrukciója faévgűrűk és barlangi jég vizsgálata alapján. Doktori Értekezés, ELTE, 84. p.
- Kern Zoltán 2010: Éghajlati és környezeti változások rekonstrukciója faévgűrűk és barlangi jég vizsgálata alapján. Doktori Értekezés, ELTE
- Kern Zoltán–Popa Ionel 2010: A nyári középhőmérséklet rekonstrukciója a középkortól máig cirbolyafenyő évgűrűi alapján. In: Kázmér Miklós (szerk.): *Környezeti események a honfoglalástól napjainkig történeti és természettudományos források tükrében*. Budapest, pp. 52.
- Laszlovszky József 2004: Királyi palota, ferences kolostor és városi település (Gondolatok a késő középkori Visegrád településfejlődéséről). In: F. Romhányi Beatrix–Grynaeus András–Magyar Károly–Végh András (szerk.): *Es tu scholaris - Ünnepi tanulmányok Kubinyi András 75. születésnapjára (Monumenta Historica Budapestinensia XIII)*. Budapest, pp. 61–71.
- Makkay János (szerk.) 1989: Békés megye régészeti topográfiája. A Szarvasi járás (Magyarország régészeti topográfiája 8). Budapest, 367 p. (7/99)
- Mészáros Orsolya 2010: Éghajlat és építkezés a Dunakanyar városaiban. In: Kázmér Miklós (szerk.): *Környezeti események a honfoglalástól napjainkig történeti és természettudományos források tükrében*. Budapest, pp. 63.
- Pálóczi Horváth András 1993: A környezeti régészet szerepe Magyarországon a középkor kutatásában. In: Kósa László–R. Várkonyi Ágnes (szerk.): *Európa híres kertje. Történeti ökológiai tanulmányok Magyarországról*. Budapest, pp. 44–66.
- Pfister, Christian 1984: *Klimageschichte der Schweiz 1525–1860. Das Klima der Schweiz und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*. Bern
- Pfister, Christian 1992: Five Centuries of Little Ice Age Climate in Western Europe. In: Takehiko Mikami (szerk.): *The Little Ice Age Climate*. Tokyo, pp. 208–213.
- Popa, Ionel–Kern, Zoltán 2009: Long-term Summer Temperature Reconstruction Inferred from Tree-ring Records from the Eastern Carpathians. *Climate Dynamics* 32, No. 7–8: 1107–1117.
- Rácz Lajos 2001: Magyarország éghajlata az újkor idején. JGYF Kiadó Szeged 303 p.
- Sági Károly–Füzes Miklós 1973: Újabb adatok a Balaton 1863 előtti vízállás-tendenciáinak kérdéséhez. *Somogyi Múzeumok Közleményei* 1 pp. 247–261.
- Serlegi Gábor–Mészáros Orsolya (2010): Környezeti változások hatása a középkori településviszonyokra a Dunántúlon. *Környezettörténet 2010 Konferencia (2010. február 4–5.) PPT prezentáció*

- Sümei Pál 2005: The Environmental History of the Jászság. In: Gál Erika–Juhász Imola–Sümei Pál (szerk.): *Environmental Archaeology in North-Eastern Hungary* (Varia Archaeologica Hungarica 19). Budapest, pp. 112–114.
- Sümei Pál–Gulyás Sándor (szerk.) 2004: The Geohistory of Bátorliget Marshland: An Example for the Reconstruction of Late Quaternary Environmental Changes and Human Impact from the Northeastern Part of the Carpathian Basin. Budapest
- Sümei Pál–Jakab Gusztáv–Majkut Péter–Törőcsik Tünde–Zatykó Csilla 2009: Middle Age Palaeoecological and Palaeoclimatological Reconstruction in the Carpathian Basin. *Időjárás* 113, No. 4: 285.
- Szabó Péter 2005: *Woodland and Forest in Medieval Hungary*. BAR International Series 1348. Central European Series 2. Oxford 187 p.
- Vályi Katalin 1986: Szer középkori településtörténete a régészeti leletek tükrében. In: Novák László–Selmeczi László (szerk.): *Falvak, mezővárosok az Alföldön* (Az Arany János Múzeum Közleményei IV). Nagykőrös, pp. 119–124.
- Zatykó Csilla 2008: The Medieval Environment of the Lake Baláta in the Light of Geology and Documentary Sources. In: Szabó Péter, Radim Hédli (szerk.): *Human Nature. Studies in Historical Ecology & Environmental History*. Brno, 126. p.
- Zatykó Csilla–Juhász Imola–Sümei Pál (szerk.) 2007: *Environmental Archaeology in Transdanubia* (Varia Archaeologica Hungarica 20). Budapest, pp. 251–253.

## Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Ionel Popának, Kern Zoltánnak és Grynaeus Andrásnak, amiért adataikat megosztották velem. Kutatásaimat támogatta az Országos Tudományos Kutatási Alap 69138 (Magyarország modern kori integrációs folyamatainak történeti-földrajzi elemzése) és 67583 (Környezettörténet éves felbontással) számú kutatási programja.

# REGIONÁLIS ÉGHAJLATI FORGATÓKÖNYVEK ELŐKÉSZÍTÉSE STATISZTIKUS MÓDSZEREKKEL

Mika János\*

## Összefoglalás

Tanulmányunk bemutatja, hogy milyen eredményekre jutottunk az empirikus megfigyelési adatok statisztikai elemzésével hazánk, ezen belül az Alföld múltbeli éghajlati változásai terén, s hogy ezek a következtetések megállják-e a helyüket az IPCC (2007) által összefoglalt globális modellek és az ENSEMBLES (2009) projekt legfrissebb mezoléptékű modelljeinek prognózisaival szemben.

## 1. BEVEZETÉS

*Földünk éghajlata három évtizede folyamatosan melegszik.* Ennek fő oka nagy valószínűséggel az üvegházhatás erősödése. Ám azt, hogy e hatás miként alakul a jövőben, nem tudjuk ugyanazokkal a modellekkel megbízhatóan becsülni, mint amikkel a globális változások mértékét előre jelezzük. A globális modellek 100–200 km-es névleges felbontása, s emiatt korlátozott fizikai tartalma, illetve a hatásvizsgálatok sokkal finomabb felbontás iránti igénye között ún. *leskálázással* teremthetünk kapcsolatot. Ezen a globális modellekből kinyerhető, durva felbontású-, és a térben részletesebb információ közötti kapcsolatkeresést értjük.

A leskálázásnak van fizikai és statisztikai változata, ám ezek egyike sem ígér olyan megbízhatóságú eredményt, mint amit az éghajlati rendszer releváns folyamatainak egy rendszerként való modellezése nyújthatna. Napjainkban a figyelem mind inkább a fizikai megoldás felé terelődik hazánkban is, mivel hosszabb távon ettől várjuk a kapcsolódó döntések súlyához méltó bizonyosságú megoldást.

A jelen tanulmány szerzője viszont az elmúlt bő két évtizedben a statisztikai közelítésekkel foglalkozott. Finom felbontású modellkísérletre egyetlen esetben volt lehetősége, amikor izoláltan (háttér-modellhez kapcsolódás nélkül) tervezett kísérleteket a földhasználat magyarországi változásairól. Tanulmányunkban ezért túlnyomó részben statisztikai elemzéseket mutatunk be, de a 4. pontban ismertetünk néhány globális és regionális modell-eredményt is. Látni fogjuk, hogy a többféle közelítés eredményei hazánkban, és ezen belül az Alföldön, várható markáns változások tekintetében hasonló következtetésre jutottak.

## 2. FELHASZNÁLT MÓDSZEREK

A tanulmányban szereplők közül *négy módszert* tartunk önálló jelentőségűnek:

1. Alkalmaztuk a szeletelés módszerét (Mika 1988), amely a megfigyelt (1881–1980) adatsorokban  $Y = Y_0 + (\delta Y / \delta \langle T \rangle) \langle T \rangle + (\delta Y / \delta \Delta T) \Delta T$  alakú, lineáris regressziós kapcsolatot keres a helyi  $Y$  éghajlati elem, valamint az északi félgömbi átlaghőmérséklet ( $\langle T \rangle$ ) és a kontinens–óceán léghőmérsékleti kontraszt ( $\Delta T$ ) között. E kapcsolatokat 1 egyensúlyi és 6 nem egyensúlyi felosztásra kerestük, melyek rendre azonos (13, illetve 5–25 év) hosszúságú időszeleteket tartalmaznak. A számításokat három hazai térség 4–4 állomásából képzett területi átlagokra végeztük el (1. ábra).

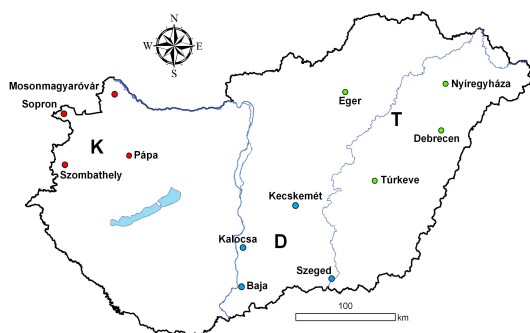
---

\* Dr. Mika János, az MTA doktora, Eszterházy Károly Főiskola, 3300 Eger, Eszterházy tér 1. és Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel P. u. 1.

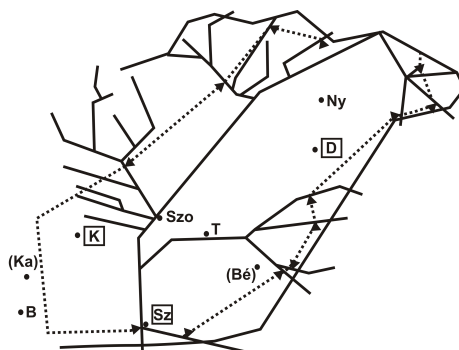
2. Az energia-mérleg modellt (Mika et al 1991) a talaj és a légkör vízmérlegével kiegészítve (Mika et al 1993), energia- és vízmérleg modellt állítottunk fel a Tisza 36 ezer km<sup>2</sup>-es magyarországi síkvidéki vízgyűjtő területére (2. ábra). A csapadékot, a párolgást, a légköri vízgőz-szállítást és a lefolyást lineáris regresszióval parametrizáltuk a hőmérséklet, a napfénytartam és a talajnedvesség függvényében. A modellt a napfénytartamra vonatkozó  $n=n(<T>,\Delta T)$  kapcsolattal zártuk le.

3. Konkretizáltuk ún. instrumentális változók módszerét, amely rövid sorokra is alkalmazható (Mika és Bálint 2000). Az 1974–1998 közötti, monoton +0.26 °C/10 év globális lineáris trendű 25 évben az időt választottuk Z instrumentális változónak, ami kielégíti az ehhez szükséges feltételeket. A Z instrumentális változó segítségével a regressziós együttható a kovarianciák  $b=cov(Y,Z)/cov(X,Z)$  hányadosaként áll elő.

4. A hazai szakirodalomból növényfajtákonként ismert, felszínalbedó és a párolgást befolyásoló, növény-konstans értékeket a Statisztikai Hivatal évkönyveiben közreadott területhasználati arányokkal súlyoztuk. E súlyozott átlagok évenkénti különbségeinek hatását egy sugárzás-átviteli modellbe helyettesítve, becslésekhez jutottunk a tényleges múltbeli földhasználat éghajlati hatásairól (Mika et al., 2006).



1. ábra. A hazánk három térségét reprezentáló, 4-4 hosszú idősorozattal bíró állomás.



2. ábra. A Tisza hazai vízgyűjtő területe, 13 vízmérce által határoltan (36 e km<sup>2</sup>).

### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1 Hőmérséklet

*Az alapidőszak (1881–1980) eredményei.* A nyári félévi hőmérséklet a három vizsgált hazai térségben (Kisalföld, Duna–Tisza Köze, Észak-Tiszaántúl) 1,0–1,6-szoros, együtthatóval követte a félgömbi átlaghőmérséklet alakulását (1. táblázat). A hazai inhomogenitások egységes, országos korrekciója után az együtthatók értéke 2,0 a szeletelés egyensúlyi és nem-egyensúlyi változataiban egyaránt. A téli félévi hőmérséklet hazánkban a kontinens–óceán hőmérsékleti kontraszttal mutat 1,5–2,0 szorzójú kapcsolatot, amit a homogenizálás 1,9-re módosított.

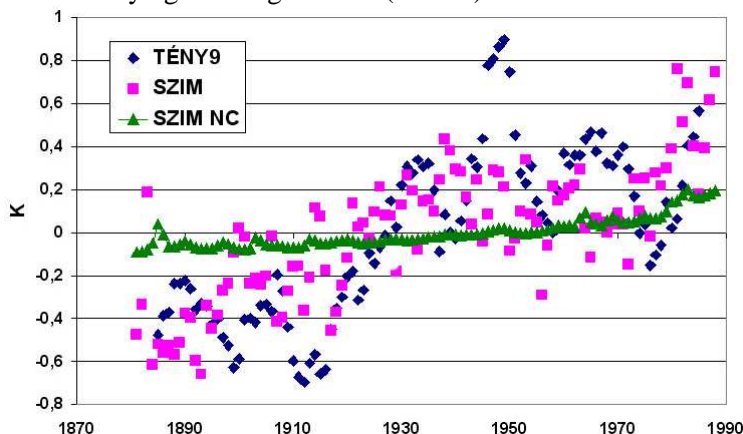
Korábbi tanulmányunkban (Mika 1992) kimutattuk, hogy a hazai hőmérséklet nyári félévi viselkedése tökéletesen illeszkedik a mérsékeltövi rácspontokból kirajzolt együttható-térképekhez. A téli félévben pedig tágabb léptékben is teljesül, hogy a rácsponthoz tartozó értékek sorozatának sincs kapcsolata a félgömbi átlaghőmérséklettel, de a kontinens–óceán kontraszttal a kapcsolat Közép-Európa jelentős részén érvényes.



1. táblázat. A szelelés regressziós együtthatói és hibaszórásaik (Kisalföld: *K*; Duna–Tisza köze: *D*; Észak–Tiszántúl: *T*). A nem-egyensúlyi együtthatóknál a számtani közepet ( $\Sigma/6$ ) adtuk meg. (Zárójelben néhány 80 %-on sem szignifikáns együttható.)

Regressziós együttható		Nyári félév		Téli félév	
		EG	$\Sigma/6$	EG	$\Sigma/6$
Hőmérséklet		$\delta T / \delta \langle T \rangle$		$\delta T / \delta \langle \Delta T \rangle$	
	<i>K</i>	1,5±0,5	(1,1 ±0,8)	1,8±0,1	1,6±0,4
	<i>D</i>	1,5±0,5	(1,0 ±0,9)	1,5±0,2	1,3±0,4
	<i>T</i>	1,6±0,4	(1,2 ±0,8)	2,0±0,3	1,6±0,5
Csapadék		$\delta P / \delta \langle T \rangle$		$\delta P / \delta \langle T \rangle$	
	<i>K</i>	-85±48	-114±40	( 28±29)	( 27±38)
	<i>D</i>	-79±29	- 84 ±34	( 31±28)	48±34
	<i>T</i>	(-36±30)	- 46 ±34	(-22±23)	(-10±25)
Napfénytartam		$\delta n / \delta \langle T \rangle$		$\delta n / \delta \langle \Delta T \rangle$	
	<i>K</i>	19± 7	18 ± 8	.	.
	<i>T</i>	23 ± 5	21 ± 8	.	.

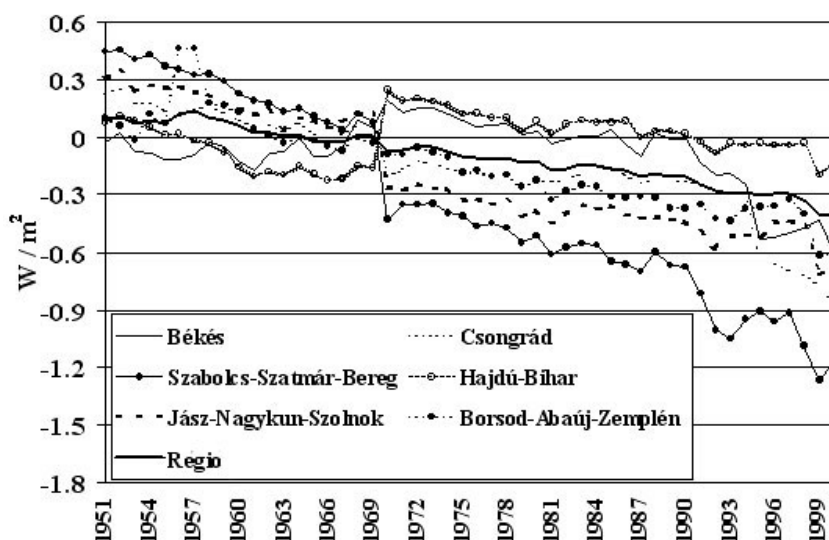
A nyári félévben kapott magas, kétszeres regressziós együttható, amivel a hazai hőmérséklet az adott száz évben követte a globális változásokat, jól visszaadja a regionális energia- és vízmérleg modell (EWBM). Ehhez azonban az antropogén és természetes külső tényezők alakulása mellett, elő kell írunk a felhőzet csökkenését is. Ha ezt nem tesszük, akkor a sugárzási kényszerek változása csupán a töredékét okozza az 1881–1988 közötti tényleges melegedésnek (3. ábra).



3. ábra. Szimulált nyári félévi hőmérsékletváltozás a Tisza 2. ábrán látható részvízgyűjtőjének energia és vízmérleg modelljében az 1881–1988 időszakban.

TÉNY9 – a megfigyelt mozgó átlagok; SZIM – a felhőzeti változások és visszacsatolásokkal szimulált értékek; SZIM NC – szimulált értékek a felhőzeti visszacsatolások nélkül (csak az elsődleges sugárzási változások hatása)

A földhasználat 6 kelet-magyarországi megyében dokumentált változásai miatt 1951 és 2000 között a nyári félévben csökkent a felszín albedója, ami 0,6 Wm<sup>-2</sup>-rel (4. ábra) emelte a felszín-légkör rendszer sugárzási mérlegét (Mika et al 2006). E változás megközelíti az üvegházhatás erősödésének mértékét az adott időszakban. A párolgás ez idő alatt csupán 2 mm-rel növekedett. E változások mértéke azonban nem kérdőjelezi meg hipotézisünket a regionális és globális változások közötti kapcsolatok általános, a változások okaitól független voltáról.



4. ábra: A földhasználat dokumentált változásainak hatása a felszín-légkör rendszer rövidhullámú energia-visszaverésére áprilistól októberig.

A zérus szint megválasztása az értékek 1851–1980 közötti átlaga alapján történt. A negatív érték nagyobb energia-bevételt jelent! (Az 1970 körüli ugrások egyes térségek megyék közötti átcsoportosításának a következményei.)

A kapcsolatok fennmaradása független időszakokban. Az 1881–1980 időszakban Grönland hőmérséklete magas regressziós együtthatójú, szignifikáns kapcsolatot mutatott a félgömbi átlaghőmérséklettel, s ezt a közeli óceáni területek vízhőmérséklete is megerősítette. A grönlandi hőmérséklet szoros és lineáris kapcsolattal követte a globális melegedést a nagyobb változások teljes, kb. +5 °C-ig terjedő tartományán. Ennek alapján, a grönlandi hőmérséklet alakulása (ahonnan az elmúlt kb. százezer évre rendelkezünk adatokkal), jól használható a globális változások indikátoraként.

A hiányzó adatok zérussal pótlásától immár mentes, történeti adatsorok (Rácz 1999) 1521 és 1850 között magas szignifikanciával igazolják a nyári félévi hőmérséklet pozitív kapcsolatát a grönlandi  $O^{18}$ -izotópok arányával, mint közvetett helyi hőmérsékleti mutatóval, ami egyben a félgömbi átlaghőmérsékletnek is indikátora. E vizsgálat azt az eredményt is igazolja, hogy a téli félévben a hazai hőmérséklet nem mutat szignifikáns kapcsolatot a globális hőmérséklettel (2. táblázat).

(A hőmérséklet várható jövőbeli alakulására a 3.4. pontban még visszatérünk.)

2. táblázat. A közvetett történeti hőmérsékleti- és csapadék-átlagok kapcsolata a félgömbi hőmérséklet indikátorának tekintett (a hőmérséklet jelleg érdekében -1-gyel szorzott) grönlandi  $O^{18}$  izotóp aránnyal az 1521 és 1850 közötti, tízévenkénti ( $N=33$ ) átlagokból, Rácz (1999) becslései felhasználásával. Az eredmények igazolják a műszeres adatokból nyert kapcsolatok előjelét, illetve (nagy szórás esetén) a hiányát.

Hőmérséklet	Korr. eh.	Regr. eh.	R szig. %
Évi átlag	0,28	0,41±,25	(11)
Téli félév	0,04	0,06±,26	(81)
Nyári félév	0,37	0,61±,27	(3)

Csapadék	Korr. eh.	Regr. eh.	R szig. %
Évi átlag	- 0,34	-0,58±,29	(5)
Téli félév	- 0,17	-0,19±,19	(34)
Nyári félév	- 0,38	-0,74±,33	(3)

Az 1981 és 2005 közötti, független időszakban a hazai hőmérséklet országosan a téli félévben 0,2, míg a nyáriban 0,4 °C-kal volt magasabb, mint 1951–1980-ban. Ez a melegedés kissé elmarad a regressziós kapcsolatok és a tényleges félgömbi hőmérsékletek kombinációjából adódó 0,3, ill. 0,7 °C-tól. Ezen belül a téli félévben mind az 1981–1990-es évtizedben, mind a rákövetkező 15 évben voltak negatív eltérésű állomások, de az eltérések országos átlagának előjele és nagyságrendje mindkét időszakban az elvárás szerint alakult. A nyári félévben minden állomás mindkét részidőszakban egyértelmű melegedést mutatott. Összességében tehát a hőmérséklet alakulása a független 25 évben is megfelelt a regresszió szerinti elvárásnak.

### 3.2. Felhőzet, napfénytartam

Az alapidőszak (1881–1980) eredményei. A relatív napfénytartam a nyári félévben 0,2 °C<sup>-1</sup>-os (20%/°C-os), igen erős együtthatóval követte a félgömbi átlaghőmérséklet alakulását a kérdéses időszakban. A téli félévben egyik félgömbi változóval sem kaptunk szignifikáns kapcsolatot (lásd az 1. táblázatban).

Amint fentebb is jeleztük, a hazai hőmérséklet nyári félévi magas együtthatóját csak úgy tudjuk megmagyarázni a regionális EWBM kereti között, ha figyelembe vesszük a felhőzetnek a globális melegedéssel párhuzamos csökkenését. Mivel a tényleges melegedés így is kissé meredekebb, mint a szimulált tendencia, a hazai felhőzet (relatív napfénytartam) és a félgömbi hőmérséklet közötti együttható az 1881–1989 közötti időszakban sem volt sokkal gyengébb, mint a kimutatott, s a szimulációban is használt 0,2 °C<sup>-1</sup> (azaz 0,5 °C melegedésre 10 % felhőzetcsökkenés).

A nyári félévi változás előjel és nagyságrend szerint illeszkedik a vizuális felhőzetnek az alpi–kárpáti térség 2,5x2,5 fokos négyzeteire az instrumentális változók módszerével kapott regressziós együtthatóinak mezőjéhez is (3. táblázat).

3. táblázat. A felhőzet változása 0,5 °C félgömbi melegedésre átszámítva az alpi–kárpáti térség 2,5 fokos négyzeteibe eső adatok alapján (1973–1996)

Téli félév	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30 °E
52,5	-7%	-7%	-7%	-7%	-5%	-4%	-4%	-5%	-3%	-4%
50	-4%	-3%	-4%	-4%	-4%	-3%	-2%	-1%	-2%	<b>1%</b>
47,5	-4%	-3%	-3%	-2%	-5%	-4%	-1%	<b>3%</b>	<b>6%</b>	n. a.
45	-9%	-14%	-8%	-7%	-9%	-8%	-6%	<b>1%</b>	-5%	-1%

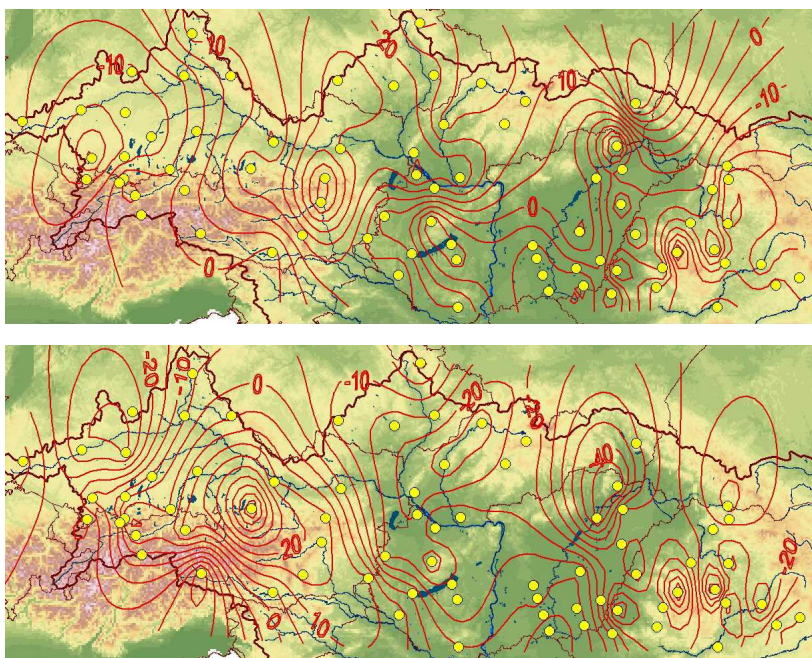
Nyári félév	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30 °E
52,5	-1%	<b>1%</b>	<b>2%</b>	-1%	0%	0%	-3%	-5%	-2%	-2%
50	<b>1%</b>	<b>4%</b>	0%	-2%	-2%	-2%	-4%	-5%	-7%	-2%
47,5	<b>1%</b>	<b>1%</b>	0%	-1%	-5%	-5%	-4%	-7%	0%	n. a.
45	-6%	-11%	-10%	-11%	-14%	-17%	-16%	-7%	-12%	-10%

A kapcsolatok fennmaradása független időszakokban. A nyári félévi napfénytartam az 1981–2005 évek átlagában 15 órával meghaladta az 1951–1980 időszak átlagát. Ez az érték előjel szerint megfelel, de egy nagyságrenddel kisebb, mint amire az alapidőszak regressziós együtthatója és a félgömbi hőmérséklet kombinációja nyomán számíthattunk. A téli félévben szintén a napfénytartam növekedését tapasztaltuk (+38 óra, azonosan a két részidőszakban is), ám ezt nem tudjuk az alapidőszakban szignifikáns együtthatóval szembesíteni.

### 3.3. Csapadék

Az alapidőszak (1881–1980) eredményei. A félgömbi hőmérséklet kisebb emelkedésével párhuzamosan a hazai csapadék a nyári félévben  $-50\text{--}110\text{ mm}/^\circ\text{C}$  együttthatóval, meredeken csökken (lásd az 1. táblázatban). A téli félévi csapadékösszeg kapcsolata a félgömbi melegedéssel a három vizsgált térségben nem egyértelmű, de még a pozitív együttthatók is kisebbek, mint a nyári félévi csökkenés.

A szeletelésben használnál rövidebb, de hazánk területét több állomással lefedő, 1974–1998-as időszakon alapuló regresszió-becslés szerint a monoton globális melegedéshez a téli félévben mindenütt csapadék-csökkenés tartozott. A nyári félévben a csapadékcsökkenés kiterjed az Alföld és a Dunántúl nagy részére, viszont a Kisalföldön és a Tiszántúl északi részén pár %-nyi növekedés mutatkozott (5. ábra).



5. ábra: A  $0,5\text{ }^\circ\text{C}$  félgömbi melegedésre átszámított, százalékos változás mezők a csapadékösszegben, a nyári (fent) és a téli félévben (lent) a 25 év (1974–1998) alatt.

A kapcsolatok fennmaradása független időszakokban. A zérussal pótlásától mentes, 33 évtizedre kiterjedő történeti adatsorok a hőmérsékletre kapottal azonosan magas szignifikanciával igazolják a nyári félévi csapadék negatív kapcsolatát a grönlandi  $\text{O}^{18}$ -izotópok arányával. E vizsgálat a téli félévben nem szignifikáns negatív kapcsolatra utal a globális hőmérséklettel, ami tovább komplikálja a csapadék e félévi sajátosságainak megállapítását.

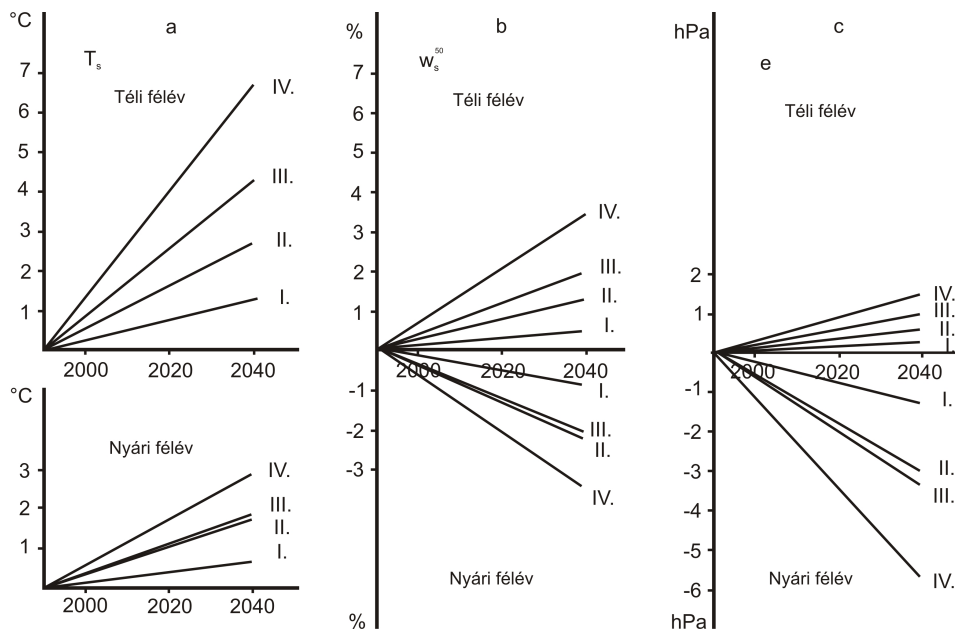
Az 1981 és 2005 közötti időszakban a csapadék országos átlagának eltérése az 1951–1980-as átlagoktól a téli félévben  $-35\text{ mm/félév}$  volt, ami alacsonyabb a regresszió alapján várt, enyhe ( $-4\text{--}17\text{ mm}$ ) többletnél. A nyári félév csapadék-eltérése  $-25\text{ mm}$ , ami megfelel a várt  $-18\text{--}46\text{ mm}$  tartománynak. Az évi csapadékösszeg eltérése tíz állomásból számítva  $-60\text{ mm}$ , míg a legújabb keletű, 37 homogenizált csapadékállomás alapján csak  $-40\text{ mm}$ . Az utóbbi érték megfelel a regresszióból számított szélső értékeknek ( $-1\text{--}50\text{ mm}$ ).

Az utóbbi negyedszázadon belül, a téli félévben a fenti csapadékhányok nem különböztek lényegesen egymástól az első 10 és a következő 15 évben. A nyári félévben azonban az 1981–1990-ben a vártnál jóval kevesebb, az utóbbi 15 évben viszont annál több csapadék hullott, hiszen a tíz állomásból számolt országos átlag csak -5 mm-rel maradt alatta a referencia-időszaknak (szemben a várt -23–58 mm-rel). Összességében a csapadék nyári félévi és éves viselkedése a 25 évre megfelelt a korábbi időszak tendenciáinak, de az egyezés csak az előjelre és a nagyságrendre vonatkozik, sőt, külön-külön a 10 és a 15 éves időszakokban már nem is stimmelt minden nagyságrend. A téli félévi csapadékváltozás előjele – ami régióként eltért az alapidőszakban is – ugyanakkor bizonytalanabbá vált.

### 3.4. Talajnedvesség

A nyári félévi csapadék csökkenése, a napfénytartam és hőmérséklet növekedése valószínűsítik a talajnedvesség csökkenését, amit háromféle közelítésben is igazoltuk:

A hőmérséklet és a csapadék anomáliáin alapuló talajnedvesség-sorok (Dunay 1986) szerint a félgömbi hőmérséklet *fél °C-os emelkedése esetén* a vízkapacitás 30%-ánál kisebb talajnedvességgű, *aszályos hónapok gyakorisága 60%-kal nő!*



6. ábra: Az energia- és vízmérleg modell félévi prognosztikai változásainak alakulása a széndioxid-koncentráció növekedése, a globális éghajlat érzékenysége és a kontinens–óceán kontraszt változásának gyorsasága szerint elkülönülő négy különböző forgatókönyv szerint

$T_s$  – hőmérséklet,  $w_s$  – talajnedvesség,  $e$  – a levegő párányomása, mindhárom változóra a felszín közelében.

A Palmer-féle aszályindex (PDSI) sorozatáról előbb két további talajnedvesség becslést felhasználva igazoltuk, hogy az szoros korrelációval és jól interpretálható fizikai együtthatóval tükrözi a talaj felső 1 méteres rétegének nedvességtartalmát. Ugyancsak kimutattuk, hogy az ország területe 16 síkvidéki állomás PDSI sorainak faktor-



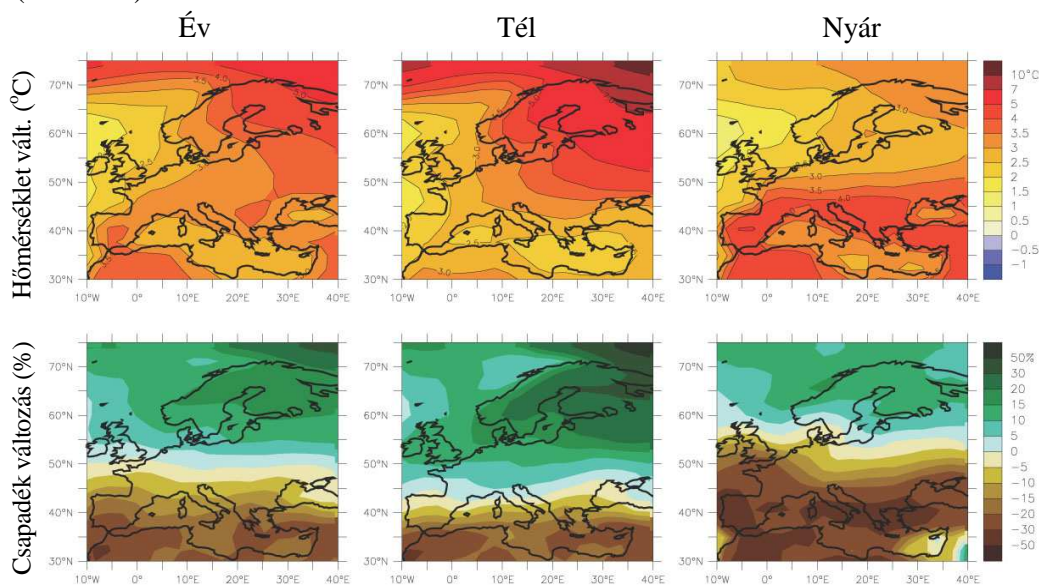
analízisével és cluster-analízisével ugyanarra a 3-3 régióra tagozódik, sőt e térségek történetesen egybeesnek a szeletelés 4-4 állomása által lefedett régiókkal (1. ábra) is. A régiók egy-egy jelző állomásán a PDSI sorok az 1881–1980-as időszak vizsgált, nyári félévi hónapjaiban (április, június és augusztus) ellentétesen változtak a félgömbi hőmérséklettel. Tehát ez a mutató is a talajnedvesség csökkenésére utal.

A talajnedvesség csökkenésének harmadik igazolása az IPCC globális forgatókönyveihez kapcsolódó, regionális EWBm-szimuláció (6.c ábra), amelyben a nyári félévi talajnedvesség minden forgatókönyvben egyértelmű csökkenéssel reagál az üvegházhatás erősödésére. A téli félévben a talajnedvesség – hasonlóan a párányomáshoz (6.b ábra) – növekedett, bár az év e szakában a modell túlzott szenzibilis hőszállítást ír elő, a felhőzet ekkor nem szignifikáns módosulásai alapján (Mika et al. 1993). Megjegyezzük, hogy valószínűleg ugyanez a hiba okozza, hogy a hőmérséklet a téli félévben erőteljesebben emelkedik (6.a ábra), noha a regressziós kapcsolatok alapján kevésbé egyértelmű a változása, mint a nyári félévben.

#### 4. Szembesítés globális és regionális modellekkel

##### 4.1 Kapcsolt óceán-légkör modellek eredmény-mezői

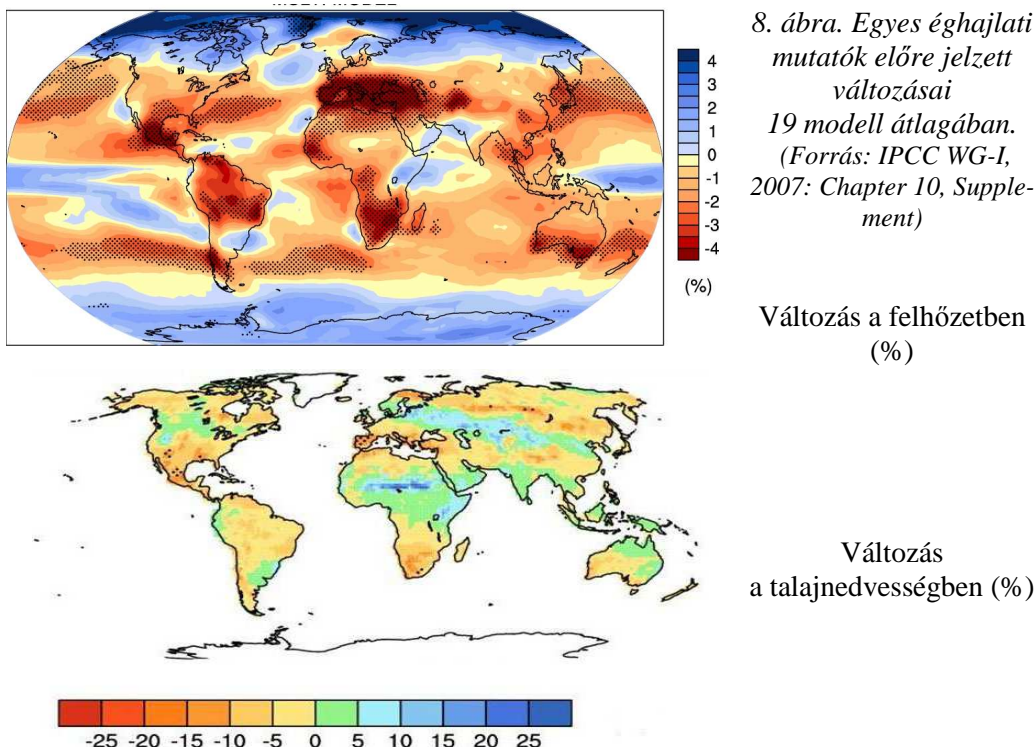
Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) 2007. évi Negyedik Értékelő Jelentésében (10. fejezet Supplement) közreadott 21 globális modell (ezek jellemzőit az 1. mellékletben közöljük) eredményei alapján bemutatjuk a hőmérséklet és a csapadék téli és nyári átlagértékeinek változásait. Ezek a modellek a fizika alaptörvényeit, tehát a tömeg, az impulzus és az energia megmaradását öntik matematikai egyenletekbe. Ezeket a modelleket kapcsolt óceán-légkör általános cirkulációs modelleknek (OAGCM) is nevezzük.



7. ábra. A hőmérséklet (felül) és a csapadék (alul) változásai 2080–2099-ra az 1980–1999 évekhez képest Európában, az A1B radikális forgatókönyv alapján. A térképek 19 általános cirkulációs modell átlagában mutatják a változást. (IPCC, 2007)

Az alábbi megváltozás-térképek a 2080–2099-ben várható változást mutatják be az 1980–1999 évek átlagaihoz képest a közepesen gyors növekedést jelző, A1B forgatókönyv alapján (IPCC, 2007). Az egyik (a 7.) ábra az Európára kinagyított, évszakos hőmérséklet- és csapadékváltozásokat mutatja be, a másik (a 8.) ábra-pár a felhőzet és a talajnedvesség változásait mutatja, évi átlagban. Ezek szerint Európában a hőmérsékletváltozás meghaladja a földi átlagos melegedést. Télen és évi átlagban a kontinens észak-keleti-, míg nyáron a déli vidékei melegszenek gyorsabban. Hazánkban és az Alföldön ekkor 3 °C-t meghaladó melegedés várható. Nyáron ennél is erősebb, 4 °C körüli melegedést mutatnak a modellek.

A csapadékváltozás előjele északon pozitív, délen negatív. A választóvonal (zérus változás) télen tőlünk délre, nyáron tőlünk északra húzódik. Évi összegben a csökkenés csupán néhány százalék, de ezt a téli 5 % körüli többlettel szemben, nyáron -10–20 %-os csapadékhiány teszi különösen hátrányos időbeli megoszlásúvá.



Mindkét változó térbeli sajátosságaiban fontos szerepet játszik a felhőzet változása (8. ábra), amely elsősorban nyáron fokozza a tágra értelmezett mediterrán térségek melegedését, illetve összefügg a csapadék csökkenésének mértékével.

Végül, bemutatjuk a talajnedvesség számított alakulását is (szintén 8. ábra), ami a csapadék és a párolgás (hőmérséklet) változásainak együttes hatását tükrözi. Ezen a térképen egyértelmű, hogy hazánk a csökkenő talajnedvesség sávjába esik.

#### 4.2. Az ENSEMBLES Projekt eredményei – beágyazott modellek

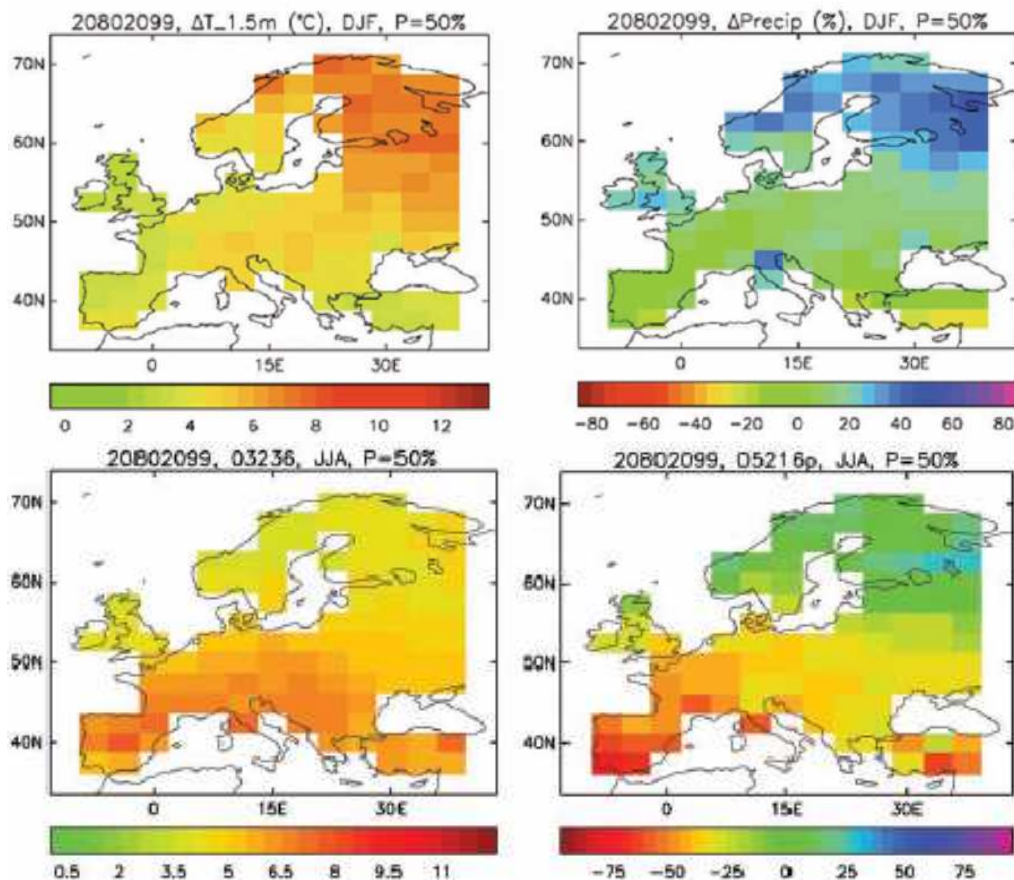
Tanulmányunk végére maradt az ENSEMBLES (2009) projekt eredményeinek ismertetése. Ma a beágyazott modellezést tekintve a tudományos világ a regionális éghajlati változások legkorszerűbb ismeretszerző eszközének. Ha ez az eszköz már kielégítené a gyakorlat igényeit, akkor a korábbi közelítésekre, így az általános cirkulációs



modellek térképeire és ezek le és átskálázásaira nem is lenne szükség. Sajnos azonban, amint az ENSEMBLES (2009) 140–141. oldalán látható (sajnos hely hiányában nem tudjuk bemutatni), a 2080–2099 évekre vonatkozó előrejelzések között óriási a különbség az alsó és felső decilisekhez tartozó megváltozás-mezők között. (A változások itt 1961–1990-hez viszonyított értékek. A különbség globális átlagban  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .)

Csak a mediánokra tekintve megállapíthatjuk (9. ábra), hogy a melegedés *télen* mindenhol jelentős, észak-keletről délnyugatra csökkenve, csak a kontinens nyugati szélén, az óceán hatása alatt marad  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  közelében. A Kárpát-medencében e számítások szerint a globális modellekből származónál valamivel nagyobb,  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os a melegedés. A csapadék esetében a térség nagy részén a medián csapadék-többletről tanúskodik, ezen belül hazánk térségében 20 % körüli a csapadék-többlet.

Rátérve a nyári változások ábráira, a hőmérsékletváltozás mediánja Európában a téli változás eloszlásával ellentétes értelmű, azt az észak-keleti térségek kivételével meghaladó melegedést mutat. Hazánkban és az Alföldön a melegedés  $6\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A csapadékváltozás modellek közötti eloszlásának mediánja a kontinens nagyobb részén csökkenést mutat, vagyis a zérus változás vonala ezekben a modellekben is jóval a Kárpát medencétől északra húzódik. Hazánkban a csapadék nyári összegének csökkenése mintegy 30 %, a modellek eloszlásának közepén.



9. ábra. A hőmérséklet (balra) és a csapadék (jobbra) megváltozása az A1B forgatókönyv szerint 2080–2099-re télen (fent) és nyáron (lent), az 1961–1990 évekhez képest. (Mindenütt a 25 kísérlet mediánja, az eredmények eloszlásának 50%-a látható.)

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

Tanulmányunk a globális klímaváltozás regionális sajátosságai terén végzett empirikus vizsgálatainkat foglalja össze, melyek szigorúan véve egy-egy adott vizsgálati időszakra vonatkoztak. A feltárt kapcsolatok azonban számos időszakban összhangot, ismétlődést mutattak, ami reményt ad arra, hogy e relációkban több időszakra, és az éghajlati kényszerek változatos együttesére is igaz kapcsolatokról van szó.

Noha a fenti eredményeinket korábban sok hatásvizsgálat is felhasználta (Mika és Wantuchné Dobi 1998), ma már a pályatársak legtöbbször nem ezekkel az eszközökkel készült forgatókönyvekre támaszkodnak. Létrejött, sőt a hazai tudományos műhelyekben is „termőre fordult” ugyanis a finom felbontású éghajlat-modellezés (Christensen et al 2007; Halenka and Jacob 2008; ENSEMBLES 2009; Horányi et al 2010). Ennek eredményei egy magasabb tudományos bizonyosságot ígérnek. Ugyanis, amíg a múlt legkülönbözőbb szakaszaiban elvégzett összehasonlításokkal csak azt tudtuk megállapítani, hogy a múltban milyen volt a kapcsolat a nagyobb térségek és a hazai éghajlat egyes változói között, addig az új modellezés már közvetlenül a jövő állapotait vetíti elénk.

Emellett, egyre nagyobb számban, javuló felbontással és gazdagodó fizikai tartalommal jelennek meg időről időre a globális klímamodellek. Ezek eredményeinek egyességése még hagy ugyan kívánni valót maga után, s ez a beágyazott, regionális modellek pontosságát is hátrányosan befolyásolja, ezért az ezekkel eszközökkel számított regionális változásokat is érdemes figyelembe venni. Ezek ugyanis a teljes éghajlati rendszert szimulálják (nem csupán a vizsgált területét), így képesek teljesebben visszaadni annak időbeli változékonyságát és bizonytalanságát.

Saját fentebbi, szignifikánsnak mutatkozott empirikus eredményeinket a globális illetve regionális modellekkel összevetve, megállapíthatjuk, hogy azok *nincsenek el- lentmondásban* a fejlettebb eszközökkel számított változások irányával. Ennek alapján *az Alföldön a következő évtizedek során, 1–2 évtizedes időbeli átlagban a nyári félévi hőmérséklet jelentős emelkedésével, a csapadék és a felhőzet csökkenésével, ennek nyomán a talaj nedvességtartalmának csökkenésével kell számolnunk. A téli félévben ugyanakkor a változások kisebbek, illetve bizonytalanabbak.*

### Irodalom

- Christensen, J.H.–Carter T.R.–Rummukainen, M.–Amanatidis, G. 2007: Predicting of regional scenarios and uncertainties for defining European climate change risks and effects: The PRUDENCE Project. Climatic Change 81: Suppl., 1–371.
- Dunay, S. 1986: A talajnedvesség-számítás módosított módszere. Kézirat.
- ENSEMBLES 2009: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. van der Linden P., and J.F.B. Mitchell (eds.) Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160pp. (<http://www.ensembles-eu.org>, letöltve: 2009. 12.27)
- Halenka, T. – Jacob, D. (eds.) 2008: Workshop on Regional Climate Modeling. Időjárás, 112. No. 3–4,
- Horányi A.–Krülyeyi I.–Szabó P.–Szépszó G. 2010: Klímamodellezési tevékenység. Eredmények (2010). Országos Meteorológiai Szolgálat, 18 p.
- IPCC 2007: Climate Change 2007: The Scientific Basis. Contribution of WG-I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (et al., eds.). Cambridge University Press, xdx pp. <http://www.ipcc.ch>
- Mika J.–Bálint G. 2000: Rainfall scenarios for the Upper-Danube catchment. Proc. XXth Conf. Danubian Countries, on Hydrological forecasting and the hydrological basis of water management, Bratislava, Slovakia, 4-8 September, 2000, CD-ROM, pp. 990–995
- Mika J. 1988: A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében. Időjárás 92, 178–189
- Mika J. 1992: Method of slices to estimate regional features of the global warming at extratropical latitudes. In: 5<sup>th</sup> Int. Meeting on Statistical Climatol., June 22–26, 1992, Toronto pp. 433–436

- Mika J.–Horváth Sz.–Makra L. 2006: Effects of documented land use changes on the albedo of East-Hungary: 1951-2000. *Időjárás* 110, 49-62
- Mika J.–Németh P.–Dunay S. 1993: A felszín-légkör rendszer nagyléptékű vízháztartási komponenseinek parametrizálása a Kárpát-medence térségére. *OMSZ Beszámolók*, 1990, 157–170
- Mika J.–Kovács E.–Németh P.–Rimóczi-Paál A. 1991: Parameterisation for regional energy balance climate modelling over Hungary. *Advances in Space Res.* 11, (3)101
- Mika J. – Wantuchné Dobi I. 1998: Kis globális klímaváltozások térbeli és időbeli leskálázása hatásvizsgálati célokra. In: *Az éghajlatváltozás és következményei* (szerk. Dunkel Z.). Meteorológiai Tudományos Napok, '97, 105–116
- Rácz L. 1999: Climate history of Hungary since the 16<sup>th</sup> century: Past, present and future. Pécs, Discussion Papers, No. 28, p 160

*1. melléklet. A 4.1. fejezetben felhasznált kapcsolt óceán-légkör modellek specifikációja (IPCC 2007 WG-I, Ch. 8., 597–599 o. alapján)*

<b>MODELLEK ÁTLAGA</b> = 21 modell eredményeinek átlaga, ha mind közölte	<b>GISS-AOM, 2004:</b> NASA Goddard Institute for Space Studies, USA, <b>top</b> = 10 hPa, L12 <b>A:</b> 3° x 4° <b>O:</b> 3° x 4° L16
<b>GISS-EH, 2004:</b> NASA Goddard Institute for Space Studies, USA, <b>top</b> = 0.1 hPa, L20 <b>A:</b> 4° x 5° <b>O:</b> 2° x 2° L16	<b>GISS-ER, 2004:</b> NASA Goddard Institute for Space Studies, USA, <b>top</b> = 0.1 hPa L20 <b>A:</b> 4° x 5° <b>O:</b> 4° x 5° L13
<b>GFDL-CM2.0, 2005:</b> NOAA/Geophysical Fluid Dyn. Lab., USA <b>top</b> = 3 hPa L24, <b>A:</b> 2.0° x 2.5° <b>O:</b> 0.3°–1.0° x 1.0°	<b>GFDL-CM2.1, 2005</b> NOAA/Geophysical Fluid Dyn. Lab., USA, =GFDL-CM2.0 with semi-Lagrangian atmospheric transport
<b>CGCM3.1(T47), 2005:</b> Canad. Centre for Clim. Mod. Anal., Canada, <b>top</b> =1 hPa, L31 <b>A:</b> T47 (~2.8° x 2.8°) <b>O:</b> 1.9° x 1.9° L29	<b>CGCM3.1(T63), 2005:</b> Canad. Centre for Clim. Mod. Anal., Canada, <b>top</b> =1 hPa, L31 <b>A:</b> T63 (~1.9° x 1.9°), <b>O:</b> 0.9° x 1.4° L29
<b>MIROC3.2(hires), 2004:</b> U.Tokyo; Nat. Ins. Env. Stud.; JAMSTEC, Japan <b>top</b> =40 km, L56 <b>A:</b> T106 (~1.1° x 1.1°) <b>O:</b> 0.2° x 0.3° L47	<b>MIROC3.2(medres), 2004:</b> U.Tokyo; Nat. Ins. Env. Stud.; JAMSTEC, Japan <b>top</b> = 30 km L20 <b>A:</b> T42 (~2.8°x2.8°) <b>O:</b> 0.5°–1.4°x1.4° L43
<b>UKMO-HadCM3, 1997:</b> Hadley Cent- re / Meteorol. Office, UK <b>top</b> =5 hPa, L19 <b>A:</b> 2.5° x 3.75° <b>O:</b> 1.25° x 1.25° L20	<b>UKMO-HadGEM1, 2004:</b> Hadley Centre/ Meteorol. Office, UK <b>top</b> = 39.2 km, L38 <b>A:</b> ~1.3° x 1.9° <b>O:</b> 0.3°–1.0° x 1.0° L40
<b>CCSM3, 2005:</b> National Center for Atmosph. Res., USA, <b>top</b> = 2.2 hPa, L26 <b>A:</b> T85 (1.4°x1.4°), <b>O:</b> 0.3°–1°x1°, L40	<b>CNRM-CM3, 2004:</b> Météo-France/Centre Nat. Rech. Mét., France, <b>top</b> =0.05 hPa L45, <b>A:</b> T63 (~1.9° x 1.9°) <b>O:</b> 0.5°–2° x 2° L31
<b>CSIRO-MK3.0, 2001:</b> Comm. Sci. Industr. Res. Org., Australia, <b>top</b> = 4.5 hPa, L18 <b>A:</b> T63 (~1.9° x 1.9°) <b>O:</b> 0.8° x 1.9° L31	<b>ECHAM5/MPI-OM, 2005:</b> Max Planck Inst. f. Meteor., Germany, <b>top</b> =10 hPa, L31 <b>A:</b> T63 (~1.9° x 1.9°), <b>O:</b> 1.5° x 1.5° L40
<b>ECHO-G, 1999:</b> Meteor. Inst. Univ. Bonn, FRG, Met. Res. Inst. Korea, <b>top</b> =10 hPa L19 <b>A:</b> T30 (~3.9°x3.9°) <b>O:</b> 0.5°–2.8°x2.8° L20	<b>FGOALS-g1.0, 2004:</b> Nat. Key Lab. /Inst. Atmos. Phys., China, <b>top</b> = 2.2 hPa, L26 <b>A:</b> T42 (~2.8° x 2.8°) <b>O:</b> 1.0° x 1.0° L16
<b>INM-CM3.0, 2004:</b> Institute for Numerical Mathematics, Russia <b>top</b> = 10 hPa, L21 <b>A:</b> 4° x 5° <b>O:</b> 2° x 2.5° L33	<b>IPSL-CM4, 2005:</b> Institut Pierre Simon Lap- lace, France <b>top</b> = 4 hPa, L19 <b>A:</b> 2.5° x 3.75° <b>O:</b> 2° x 2° L31
<b>MRI-CGCM2, 2003:</b> Meteorological Res. Institute, Japan <b>top</b> = 0.4 hPa L30 <b>A:</b> T42 (~2.8°x2.8°) <b>O:</b> 0.5°–2.0°x2.5° L23	<b>PCM, 1998:</b> National Center for Atmosph. Research, USA <b>top</b> = 2.2 hPa L26 <b>A:</b> T42 (~2.8°x2.8°) <b>O:</b> 0.5°–0.7°x1.1° L40

A mellékletben összefoglaltuk a felhasznált modelleket, illetve megadjuk a használt rövidítéseket, a modellek származási helyét és eredeti forrását, a légköri és az óceáni almodellek horizontális és vertikális felbontását. Az információk sorrendje: a modellt jegyző intézmény és ország, a modell-légkör felső határa, a vertikális szintek száma (top), a légköri modell vízszintes felbontása (A) és ugyanez az óceáni modellben (O).

# A DUNA–TISZA KÖZE ÉS A TISZÁNTÚL TERMÉSZETKÖZELI NÖVÉNYZETÉNEK VÁLTOZÁSA AZ ELMÚLT 230 ÉVBEN: ÖSSZEGZÉS TÁJÖKOLÓGIAI MODELLEZÉSEK ALAPOZÁSÁHOZ

*Molnár Zsolt – Biró Marianna\**

## 1. Bevezető és egyben összefoglaló

Az alföldi táj és növényzete igen dinamikus, sokat változott az elmúlt évezredek, évszázadok során. E változások ráadásul sokféleképpen ragadhatók meg. Az alábbiakban az elmúlt 25 évben végzett kutatásaink alapján egy félig-számszerűsített, táblázatos, összehasonlító vegetációtörténeti összeggést kívánunk adni. Azt foglaltuk össze, hogy a Duna–Tisza köze és a Tiszántúl legfontosabb 34 vegetációtípusa hogyan változott az elmúlt 230 évben, mi volt ezen változások fő oka, milyen állapotban vannak ezen vegetációtípusok állományai napjainkban (vö. még: Biró 2006, Molnár 2007, valamint az irodalomjegyzék tanulmányait). Az összegzés célja, hogy segítsük azon tájökölógiai modellezéseket, amelyek a táj dinamikáját mechanisztikus modellekkel kívánják leírni. Az ilyen modellek sokban segíthetik azokat a predikciós modellezéseket, amelyek a tájléptékű természetvédelem egyik fontos alapját képezhetik.

## 2. Módszer

Az összegzés szakértői becsléssel készült. A becslés mögött a következő terepi és irodalmi tapasztalatok és adatok állnak: 1985 és 2010 között kb. 1400 botanizálással töltött terepnap, sok száz történeti és friss topográfiai térképlap, több száz légi- és műholdfelvétel elemzése, ill. több száz cikk, közel száz könyv tájtörténeti feldolgozása, több száz helyi adatközlőtől gyűjtött történeti adatok, kb. 1800 db cönológiai felvétel, 223 db reprezentatív, félhektáros kiterjedésű terület fajlistája, 37 db vegetáció-térkép (összesen több tízezer hektárról), valamint több ezer teljes vagy részleges állomány-fajlista és feltjellemzés, magányos florisztikai adat.

## 3. Értékelés

### 3.1. Mennyiségi és minőségi változások (1. táblázat)

Az alföldi növényzet változásainak egyik fontos következménye, hogy adott vegetációtípus mai állományai nem feltétlenül ott találhatóak, ahol 100–200 évvel ezelőtt voltak. Míg típusos vakszikeket, löszgyepeket és homoki tölgyeseket csak ott találunk, ahol már 200 éve is léteztek, a zárt homoki gyepek és a puhafás ligeterdők mai állományai 200 éve zömmel még üde rétek voltak, az akkori állományok viszont mára nagyrészt eltűntek.

Legtöbb növényzeti típusunk kiterjedése drasztikusan csökkent az elmúlt 230 évben (pl. a löszsztyeppeké, a homoki gyepeké, a hátsági szikes tavaké), másoké ezzel szemben jelentősen megnőtt (pl. puhafás ligeterdőké). Vannak olyan vegetációtípusaink, amelyek kiterjedése csak a legutóbbi száz évben csökkent jelentősen (pl. vakszikek, szikfokok), másoké már a 18. század végére összezsugorodott (pl. sziki és homoki

---

\* Dr. Molnár Zsolt, tud. igh., PhD, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót  
Dr. Biró Marianna, tud. munkatárs, PhD, MTA ÖBKI.

1. táblázat. A legfontosabb természetközeli növényzeti típusok mennyiségi és minőségi változása a Duna–Tisza közén és a Tiszántúlon az elmúlt 230 évben  
(valamint az értékelést segítő a típusok gyakorisága és bennszülöttsége)

	(1) történeti folytonosság	(2) kiterjedés	(3) kiterjedés változás fő korszakai	(4) táji fajkészlet	(5) természetesség	(6) karakteresség	(7) gyomosság (őshonos)	(8) özön-gyomok	(9) gyakoriság	(10) bennszülöttség
<b>TISZÁNTÚL</b>										
<b>Szikesek</b>										
Ürmös szikes puszták	●●●	-	20	0	-	0	0	0	●●●●	●●●
Cickóros füves puszták	●	+++	19-20	0	n.é.	n.é.	n.é.	0	●●●●	●
Vakszik, szikfok és szikér	●●●	--	20/2	0	-	-	0	0	●	●●●
Szolonyec szikes rétek	●●	--	20/2	0	-- / -	-	0	0	●●●	●●
Szikespusztai mocsarak	●●●	--	20/2	0	- / --	-	0	0	●●	●●
Tiszántúli szoloncások	●●●	--	19-20	--	--	--	0	0	●	●●●
Kocsordos rétsztyeppek	●●●	---	19, 20	--	---	--	++	+	●	●●●
„Sziki” tölgyesek	●●●	--	<18, 19, 20	--	--	-	+	+	●	●●●
Tölgyes-kőrises mocsár-erdők	●●	---	<18, 19	- -)	-	0	0	0	(●)	●●
<b>Löszhátak</b>										
Löszsztyeppek, rétsztyeppek	●●●	---	18, 19	-	---	--	++	+	●●	●●
Félsivatagi lösznövényzet	●●	-	?	-	--	--	++	+	●	●●
<b>Ártéri növényzet</b>										
Ártéri mocsarak	●	---	19, 20	-	--	--	+	++	●●	●
Ártéri rétek	●●	---	19, 20	--	---	--	++	+++	●	●
Keményfás ligeterdők	●●●	---	<18, 19, 20	---	---	---	+++	++	●	●
Puhafás ligeterdők	●	+++ / -	<18, 20	0	--	-	++	+++	●●	●●
Bokorfüzesek, medernövényzet	●●	--	19, 20	-	--	-	+	++	●●	●
<b>Lápterületek</b>										
Tiszántúli lápok	●●	---	19, 20	--	---	--	++	+	●	●
<b>Homoki növényzet</b>										
Homoki gyepek és erdők	●●●	---	<18, 19	---	---	---	++	++	(●)	●

<i>1. tábl. folytatása</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
<b>DUNA-TISZA KÖZE</b>										
<b>Homoki növényzet</b>										
Nyílt homoki gyepek	●●●	--	19, 20	0	+	+	0	+++	●●	●●●
Zárt homoki sztyepprétek	●	---	19, 20	--	---	--	+	++	●	●●
Borókás, galagonyás-nyárasok	●	+++	19, 20	0	++	++	0	++	●●	●●●
Nyílt és zárt homoki tölgyesek	●●●	---	<18, 19, 20	--	---	--	+	+++	●	●●●
<b>Lápterületek</b>										
Lápközei keményfás ligeterdők	●●●	-- / +	<18, 20	--	---	--	+	+	●	●
Láperdők	●●●	-	<18, 20	-	--	--	0	0	●	●
Füzlápok	●	++	19, 20	-	--	-	0	0	●	●
Zsombékosok	●●●	---	20	-	---	--	0	0	●●	●
Úde láprétek	●●	---	20	--	---	---	+	+	(●)	●
Láprétek	●●	---	20	-	---	---	++	+	●●●	●
<b>Szikesek</b>										
Hátsági szikes tavak	●●●	---	20/2	--	---	---	+	0	(●)	●●●
Szoloncsák rétek	●●	---	20/2	--	---	---	+	0	●●	●●●
Duna-síki szikes tavak	●●●	-	20/2	0	-	--	0	0	●●	●●●
Duna-síki szikes mocsarak, rétek	●●	-	20/2	0	-	0	0	0	●●●	●●●
Ürmös szikesek a Duna-síkon	●●	+	20/2	0	-	0	0	0	●	●●●
<b>Löszhátak növényzete</b>										
Löszsztyeppék	●●●	---	18, 19	--	---	-	++	+	●	●●

*Az oszlopok jelentése:*

- (1) a mai állományok milyen régóta találhatók meg a mai helyeiken (●●●: több száz évnél régebb óta, akár évezredek óta, ●: sok a csupán 100–150 éves állomány);
- (2) mennyire csökkentek vagy növekedtek állományai az elmúlt évszázadokban;
- (3) mely évszázadokban, félévszázadokban történtek a legfontosabb változások (pl. <18: 18. század előtt, 20/1: huszadik század első felében);
- (4) a Tiszántúl és/vagy a Duna-Tisza köze léptékében mennyire változott a karakteres fajok listája;
- (5) az elmúlt 2 évszázadban milyen mértékben csökkent (vagy nőtt) az állományok átlagos természetessége;
- (6) mennyire változott állományszinten a karakteres fajok száma, a jellemző szerkezet az elmúlt 2 évszázadban;
- (7) mennyire változott a gyomok borítása állományszinten az elmúlt 2 évszázadban (+++ : sokkal gyomosabb);
- (8) mennyire változott az özönnövények borítása állományszinten az elmúlt 2 évszázadban (+++ : nagy özönfaj-borítás);
- (9) a vegetációtípus gyakorisága a Duna-Tisza közén és a Tiszántúlon;
- (10) a vegetációtípus bennszülöttsége (endemikussága) (●●●: Pannon endemizmus, ●: nem endemikus); n.é.: nem értelmezhető.

2. táblázat: A tájhasználati tényezők változása az elmúlt 230 évben (elsősorban az utóbbi 50–100 évben)

	Tájhasználat									
	(1) legeltetés intenzitása	(2) kaszá- lás aránya	(3) sarj, mélyszán- tás, felhagyás változása	(4) célzott fafajcsere	(5) erdősí- tés	(6) gyepja- vítás	(7) gépesí- tett kaszálás	(8) intenzifikál ódás napja- inkban	(9) extenzifiká- lódás napja- inkban	(10) felhagyás napjaink- ban
<b>TISZÁNTÚL</b>										
<b>Szikesek</b>										
Ürmös szikes puszták	--					••		•	•	••
Cickóros füves puszták	--				•	•••		•	•	••
Vakszik, szikfok és szikér	--					•			•	•
Szolonyec szikes rétek	---	--				••	••	•	•	••
Szikespusztai mocsarak	---						••			••
Tiszántúli szoloncsákok	--									•
Kocsordos rétsztyeppek	-	--			••	••	••	•	•	•
„Sziki” tölgyesek	--		s → f							••
Tölgyes-kőrises mocsárerdők	--		s → f							••
<b>Löszhátak</b>										
Löszsztyeppek, rétsztyeppek	- / ---	--							•	••
Félsivatagi lösznövényzet	--									••
<b>Ártéri növényzet</b>										
Ártéri mocsarak	---	---			•				•	••
Ártéri rétek	---	---			•••	•••	••	•	•	••
Keményfás ligeterdők	--		s → m	•				•		
Puhafás ligeterdők	---	-	s → m, f	••				•		••
Bokorfüzesek, medernövényzet								•		•
<b>Lápterületek</b>										
Tiszántúli lápok	--									••
<b>Homoki növényzet</b>										
Homoki gyepek és erdők	--								•	•



A 2. táblázat folytatása	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
<b>DUNA-TISZA KÖZE</b>										
<b>Homoki növényzet</b>										
Nyílt homoki gyepek	--				•••				•	•
Zárt homoki sztyepprétek	--				••				•	•
Borókás, galagonyás-nyárasok	--				•••				•	••
Nyílt és zárt homoki tölgyesek	---		s → m, f	•••				•		•
<b>Lápterületek</b>										
Lápközei keményfás ligeterdők	--		s → m, f	•				•	•	•
Láperdők			s → f	•					•	•
Fűzlápok	--									••
Zsombékosok	--	--			•	•	•		•	••
Úde láprétek	--	--								•
Láprétek	-	-			••	••	••	•	•	•
<b>Szikesek</b>										
Hátsági szikes tavak	--									•
Szoloncsák rétek	---	--				••	•	•	•	•
Duna-síki szikes tavak	--								•	•
Duna-síki szikes mocsarak, rétek	--	--				•	•	•	•	•
Ürmös szikesek a Duna-síkon	--					•			•	•
<b>Löszhátak növényzete</b>										
Löszsztyepppek	--								•	•

Az oszlopok jelentése:

- (1) mekkora mértékben csökkent vagy nőtt a legeltetés intenzitása;
- (2) mennyire változott meg a kaszálás területi aránya;
- (3) hogyan változott az erdőgazdálkodás jellege, s: sarjztatás, m: teljes talaj előkészítéssel felújítás (mélyszántás), f: művelés alól felhagyott;
- (4) az erdőgazdálkodó gazdasági érdekből a jellemző uralkodó fafajokat más, általában tájidegen fajokra cserélte;
- (5) az adott termőhelyet rendszeresen erdősítették;
- (6) az adott gyeptípus gazdasági értékét gyeppjavítással fokozták;
- (7) a gyepterület állapotát a gépesített kaszálás lényegesen károsította;
- (8) adott növényzeti típusra jellemző az egyre intenzívebb használat;
- (9) adott növényzeti típusra jellemző az egyre extenzívebb használat;
- (10) adott növényzeti típusra jellemző a használat alóli felhagyás (megjegyzés: az utóbbi három szempont párhuzamosan is érvényesülhet – egyik területen intenzifikálódás, másik helyen extenzifikálódás).

tölgyesek, mocsárerdők). Különös figyelmet érdemelnek azok a típusok, amelyeknek már csak néhány karakteresebb foltja maradt fenn (ilyen pl. a homoki és sziki tölgyes, a kocsordos rétsztyepp, a nagyobb kiterjedésű, gazdagabb löszgyep, a löszcserjés). Eltűnt vegetációtípusok a tiszántúli nagy kiterjedésű lápok és a lösztölgyesek.

Az élőhelyek pusztulásával az adott vegetációtípus összesített táji flórája is gyakran szegényedett (pl. tiszántúli homoki gyepek, keményfás ligeterdők), bár van olyan vegetációtípus, ahol ez zömmel megmaradt (pl. szikesek, mocsarak). A tájhasználat változásai miatt a természetesség és karakteresség általánosan csökkent, csak néhány regenerációképesebb vegetációtípusnál beszélhetünk időleges növekedéséről (pl. borókás-nyárasok, puhafás ligeterdők). Eközben a legtöbb vegetációtípus esetén az állományok gyomossága, majd később az özönfajok mennyisége nőtt meg.

### *3.2. Tájhasználati és termőhelyi tényezők változása (2. és 3. táblázat)*

Az alföldi tájhasználat változásáról igen sok tanulmány született (lásd pl. az irodalomjegyzéket), ezért a részleteket itt nem ismertetnénk. A 2. és 3. táblázatban a legfontosabb vegetációtípusok esetében mutatjuk be a legfontosabb tájhasználati és termőhelyi változásokat. Napjainkra az egyes területek egyre intenzívebb használata mellett az extenzifikálódás, sőt egyes helyeken a művelés alóli teljes felhagyás is jellemző. Talán meglepő, de a használat (pl. legeltetés, kaszálás) alóli felhagyás nem feltétlenül jár a növényzet regenerációjával. Olykor káros avarosodás figyelhető meg (pl. löszgyepeknél, zsombékosoknál), máskor az özönfajok terjedése indul meg (pl. puhafás ligeterdők, ártéri rétek). Bár általában szikesedésről lehet hallani, az Alföldön jelenleg a sziktelenedés, azaz a talajban lévő sók kilúgzódása az egyik – ugyan alig észrevehető – de hosszú távon komoly degradációt okozó veszély. A sótartalom csökkenésével a pannon flóra jellegzetes, karakteres – csak szikes talajon versenyképes – fajait generalisták és gyomok cserélik le, így szikes pusztáink fokozatosan (100–200 év alatt) gyomos legelőkké alakulnak át (e folyamat pl. a Hevesi-síkon vagy a Hortobágy peremein már ma is jól érzékelhető). Növényzeti örökségünk jellegtelenedéséhez a táji tényezők megváltozása is nagyban hozzájárul: csökkent a megmaradt foltok nagysága, nőtt a köztük lévő távolság (azaz mindjobban elszigetelődnek), miközben a környező táj egyre barátságosabb, a folt fennmaradását egyre inkább veszélyezteti (egyre több az özönnövény, a vegyszer, műtrágya stb.).

### *3.3. A főbb típusok ellenálló-, regenerációs és terjedési képessége (4. táblázat)*

Az egyes vegetációtípusok hosszú távú fennmaradása a címben felsorolt képességektől nagyban függ. A természetközeli növényzeti típusokat négy nagyobb csoportba érdemes osztani:

- Gyenge ellenálló képességű, és terjedni nem képes növényzeti típusok (pl. hátsági szikes tavak, homoki tölgyesek, keményfás ligeterdők, zsombékosok),
- Jó ellenálló képességű, de terjedni nem képes növényzeti típusok (pl. lösz alapközetben lévő szikes tavak, vakszikek, szikfokok, láperdők, löszsztyepp),
- Jó ellenálló képességű és terjedő képes növényzeti típusok (pl. cickóros puszták, szikes mocsarak és rétek, fűzlápok, szikes rétek, ürmös szikes puszták),
- Viszonylag jó terjedő képességű, de gyenge ellenálló képességű növényzeti típusok (pl. ártéri mocsarak és rétek, borókás- és galagonyás-nyárasok, nyílt homoki gyepek, puhafás ligeterdők).

3. táblázat. A termőhelyi hatótényezők és a táji környezet változása az elmúlt 230 évben (elsősorban az utóbbi 50-100 évben és főként a ma is létező állományokra vonatkozóan)

	Termőhely						Táji környezet		
	(1) felszíni víz változása (belvíz, árvíz, semlyék)	(2) talajvíz változása	(3) kilúgzás (-), szikeseds (+)	(4) humuszosodás, avarosodás, eutrofizáció	(5) feliszapolódás, feltöltődés	(6) nyílt talajfelszín változása	(7) foltnagyság változása	(8) környezet barátságosságának változása	(9) összekapcsoltság változása
<b>TISZÁNTÚL</b>									
<b>Szíkések</b>									
Ürmös szíkes puszták	-	-	-	+			-	- / 0	-
Cickóros füves puszták	-	-	-	+			++	0	+
Vakszík, szíkfok és szíkér	-	-	--	+		--	--	0	--
Szolonyec szíkes rétek	--	-	-	++			-	0	-
Szíkespusztai mocsarak	---	--	-	++			-	0	-
Tiszántúli szoloncásók	--	--	---	+			-	--	-
Kocsordos rétsztyepppek	---	--	+	+			--	--	-
„Szíki” tölgyesek	--	--		+			-	--	0
Tölgyes-körises mocsárerdők	--	--					-	0	0
<b>Lőszhátak</b>									
Lőszsztyepppek, rétsztyepppek				++			---	-- / 0	--
Félsivatagi lösznövényzet				+		-	-	-	0
<b>Ártéri növényzet</b>									
Ártéri mocsarak	-- / ++	-- / ++		++	++		---	---	---
Ártéri rétek	- / ++	-- / ++	+	++	++		---	---	---
Keményfás ligeterdők	-- / ++	---	+	+			--	--	--
Puhafás ligeterdők	++	--		++	++		++	---	++
Bokorfüzesek, medemővényzet	++	-		+	+		++	-	0
<b>Lápterületek</b>									
Tiszántúli lápok	--	--		+			---	--	0
<b>Homoki növényzet</b>									
Homoki gyepek és erdők				++		-	---	--	0
<b>DUNA-TISZA KÖZE</b>									
<b>Homoki növényzet</b>									
Nyílt homoki gyepek				+		--	--	--	--
Zárt homoki sztyepprétek				++			---	- / +	---
Borókás, galagonyás-nyárasok		-		+		-	++	--	++
Nyílt és zárt homoki tölgyesek		---					--	---	--
<b>Lápterületek</b>									
Lápközei keményfás ligeterdők	---	--		+			--	-	0
Láperdők	---	---		-		--	-	-	0
Füzlápok	---	--		++			++	-	+
Zsombékosok	---	---		+++		-	--	-	-
Úde láprétek	---	---		++		--	--	--	0
Láprétek	---	---		++			--	--	--
<b>Szíkések</b>									
Hátsági szíkes tavak	---	---	---	++		---	---	-	-
Szoloncás rétek	---	---	---	+			---	-	--
Duna-síki szíkes tavak	--	--	-	+		-	-	-	0
Duna-síki szíkes mocsarak, rétek	--	--	-	++			-	0	-
Ürmös szíkések a Duna-síkon	--	--	-	+			++	0	+
<b>Lőszhátak növényzete</b>									
Lőszsztyepppek				++			---	--	---

### *A 3. táblázat oszlopainak jelentése:*

- (1) vizek mennyiségének változása (elsősorban a tavaszi, nyáreleji vizeké);
- (2) a talajvíz mélységének változása;
- (3) a folyószabályozások és belvízelvezetések miatti kilúgzás és szíktelenedés hatása, a talaj sótartalmának, illetve a só hatásának változása;
- (4) a használat alóli felhagyás miatti szervesanyag-felhalmozódás, illetve az eutrofizáció hatása;
- (5) feliszapolódás, feltöltődés hatása;
- (6) a legeltetés és kaszálás alóli felhagyás miatti növényzeti záródás mértéke;
- (7) az adott vegetációtípus fennmaradt foltjai kiterjedésének változása;
- (8) az adott vegetációtípus foltjai szomszédságának változása (pl. özönnövények, vegyszer-használat, urbanizálódás a környező tájban);
- (9) a mai vegetációs foltok közötti térbeli összekapcsoltság változása (+++: jelentősen nőtt, ---: jelentősen csökkent, 0 : nem változott).

Az egyes típusok eltérő természetvédelmi kezelést igényelnek: a nem vagy alig regenerációképes és gyenge ellenálló képességű típusok rezervátumszerű védelmet vagy aktív kezelést igényelnek, míg a terjedő képesek esetében a gazdálkodás táji léptékű szabályozása, a természetközeli gazdálkodási módok fenntartása, a parlagterületekre való odafigyelés is nagyon fontos.

## **4. A jövőről**

Az alföldi növényzet lehetséges jövőjéről viszonylag keveset tudunk. A jövő egyrészt attól függ, hogy az emberiség milyen fejlődési utat fog bejárni, másrészt függ a klímaváltozás és általában a tájhasználat-változás hatásaitól. Ha a feltételek lényegesen nem javulnak (és nem is romlanak), becsléseink szerint 60 év alatt a mai természetesebb növényzet kb. 60%-a fog elpusztulni (Bíró et al 2008).

A természetmegőrzési módszereinken és természetvédelmi paradigmánk változásán is sok múlik. A védetté nyilvánítások lezárultával egyre inkább a védendő területek állapotának, az ott zajló természetes folyamatoknak a megőrzése kerül előtérbe (pl. Aradi-Göri 2002, Bartha 2010). Ezzel párhuzamosan a tájban még fennmaradt ún. hagyományos ökológiai tudás felhasználása is egyre nagyobb hangsúlyt kaphat. A tájban gazdálkodó parasztember és pásztor jelentős természetismerettel bír. E tudás nagyban segítheti a természetvédelmi kezelések tervezését, illetve az elkerülhetetlen konfliktusok részleges megelőzését, ill. hatékony mérséklését.

4. táblázat. A természetközeli növényzeti típusok ellenálló, regenerációs és terjedési képessége a Duna-Tisza közén és a Tiszántúlon

	ellenálló- képesség	regenerációs képesség	terjedő- képesség	van-e hova terjedni?
<b>TISZÁNTÚL</b>				
<b>Szikesek</b>				
Ürmös szikes puszták	●●●	●●●	●●	●
Cickóros füves puszták	●●●	●●●	●●●	●●●
Vakszik, szikfok és szikér	●●●	●●●	●●	●
Szolonyec szikes rétek	●●●	●●●	●●	●
Szikespusztai mocsarak	●●●	●●●	●●	●
Tiszántúli szoloncsások	●●	●	0	●●
Kocsordos rétsztyepek	●●	●●	●	●
„Sziki” tölgyesek	●●	●●	●	●●●
Tölgyes-kőrises mocsárerdők	●●●	●	●	●●●
<b>Löszhátak</b>				
Löszsztyepek, rétsztyepek	●●●	●	●	●●●
Félsivatagi lösznövényzet	●●●	●●	●	●
<b>Ártéri növényzet</b>				
Ártéri mocsarak	●●	●●●	●●●	●●
Ártéri rétek	●	●●	●●	●●
Keményfás ligeterdők	●●	●	0	●●
Puhafás ligeterdők	●	●●● / ●	●●●	●●●
Bokorfüzesek, medernövényzet	●	●●●	●●●	●●●
<b>Lápterületek</b>				
Tiszántúli lápok	●●	●● / ●	●	0
<b>Homoki növényzet</b>				
Homoki gyepek és erdők	●	●	0	●
<b>DUNA-TISZA KÖZE</b>				
<b>Homoki növényzet</b>				
Nyílt homoki gyepek	●●	●●●	●●●	●●●
Zárt homoki sztyepprétek	●●	●	●	●●●
Borókás, galagonyás-nyárasok	●●●	●●●	●●●	●●●
Nyílt és zárt homoki tölgyesek	●●●	●	0	●●●
<b>Lápterületek</b>				
Lápközeli keményfás ligeterdők	●●●	●	0	●
Láperdők	●●	●●	●	●●
Fűzlápok	●●●	●●	●●	●●
Zsombékosok	●●●	●●	●●	●
Üde láprétek	●●	●●	●	0
Láprétek	●●	●●	●●	●●
<b>Szikesek</b>				
Hátsági szikes tavak	●	●	0	0
Szoloncsák rétek	●	●	●	0
Duna-síki szikes tavak	●●●	●●●	●	0
Duna-síki szikes mocsarak, rétek	●●●	●●●	●●	●
Ürmös szikesek a Duna-síkon	●●●	●●●	●●●	●
<b>Löszhátak növényzete</b>				
Löszsztyepek	●●●	●	●	●●●

Az értékek jelentése: ●●●: jelentős képesség, ●●: közepes, ●: kicsi, 0: az adott képességgel nem rendelkezik.

## Irodalomjegyzék

- (az alföldi táj és növényzet változásának és a természetvédelmi kezelések paradigmaváltásának néhány kiemelt irodalma; továbbiakat lásd pl. in: Biró 2006 és Molnár 2007)
- Aradi Cs.–Göri Sz. 2002: Szemléletváltás a természetvédelemben. In: Buka L., Gyarmathy I. (szerk.): *Élő táj 2. Válogatott írások természetről, térről, teremtésről*. Dél-Nyírség Bihari Tájvédelmi és Kulturális Értéktörző Egyesület, Debrecen, pp. 177–181.
- Babai D.–Molnár Zs. 2009: Népi növényzetismeret Gyimesben II.: termőhely- és élőhelyismeret. *Botanikai Közlemények* 96: 145–173.
- Bagi I. 1997: Átalakuló homoki vegetáció a Duna-Tisza közén. *Kitaibelia* 2: 253–264.
- Bartha S. 2003: A természetvédelmi kezeléseket megalapozó vegetációkutatásokról. In: Molnár Cs.–Molnár Zs.–Varga A. (szerk.): „Hol az a táj szab az életnek teret, Mit az Isten csak Jókedvében terem.” Válogatás az első tizenhárom MÉTA-túrafüzetből. 2003–2009., MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 42–70.
- Bartha S. 2004: Paradigmaváltás és módszertani forradalom a vegetáció vizsgálatában. *Magyar Tudomány* 2004. 1. 12–26.
- Beluszky P. 2001: A Nagyalföld történeti földrajza. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, p. 274
- Biró M. 2000: A folyószabályozás hatása a Dévaványai-sík tájatalakulására, tájhasználati és növényzeti változásaira. In: Frisnyák S. (szerk.): *Az Alföld történeti földrajza*, Nyíregyháza, pp. 79–92.
- Biró M. 2006: A történeti térképekre alapuló vegetációrekonstrukció és alkalmazásai a Duna–Tisza közén. Doktori értekezés. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Biró M.–Molnár Zs. 1998: A Duna-Tisza köze homokbuckásainak tájtípusai, azok kiterjedése, növényzete és tájtörténete a 18. századtól. *Tört. Földr. Füzetek* 5: 1–34.
- Biró M.–Molnár Zs. 2007: Az Alföld erdei a folyószabályozások és az alföldfásítás előtti évszázadban. In: Kázmér Miklós (szerk.): *Környezettörténet 2006. A környezet változásai történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Bp., pp. 69–71.
- Biró M.–Molnár Zs.–Horváth F.–Révész A. 2008: Measuring habitat loss in the Kiskunság based on historical and actual habitat maps. In: Kovács-Láng E.–Molnár E.–Kröel-Dulay Gy.–Barabás S. (eds.): *The KISKUN LTER: Long-term ecological research in the Kiskunság, Hungary*, Institute of Ecology and Botany, Vácrátót, pp. 13–14.
- Biró M.–Papp O.–Horváth F.–Molnár Zs.–Bagi I.–Czucz B. 2006: Élőhelyváltozások az idő folyamán. In: Török K. – Fodor L. (szerk.): *A Nemzeti Biodiverzitás Monitorozás Eredményei I. KvVM TVH, Bp., pp. 51–66.*
- Boros Á. (1958): A magyar puszták növényzetének származása. *Földr. Ért.* 7: 33–52.
- Bölöni J.–Molnár Zs.–Biró M.–Horváth F. 2008: Distribution of the Hungarian (semi-)natural habitats II. Woodlands and shrublands. *Acta Botanica Hungarica* 50: 107–148.
- Bölöni J.–Molnár Zs.–Horváth F. 2008: Naturalness-based habitat quality of the Hungarian (semi-)natural habitats. *Acta Botanica Hungarica* 50: 149–159.
- Csatári B.–Csordás L. 1994: A Duna–Tisza közti hátság településfejlődése és hatásai a vízháztartásra. In: Pálfi I. (szerk.): *A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái*. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, pp. 33–36.
- Elek P. 1937: Gazdaságföldrajzi kutatások Szarvas és Szentés vidékén. A Magyar Társaság Falukutató Intézete Kiadványa, 15 p.
- Frisnyák S. 1990: Magyarország történeti földrajza. Tankönyvkiadó, Bp., 213 p.
- Frisnyák S. 1992: Az Alföld kultúrgeográfiai korszakai. In: Mérlegen a Tisza szabályozás. Előadások és vita a BME-n. Római kiadó, Bp., pp. 3–19.
- Hajdú Z. 2000: A természetalakítás történelmi szakaszai az Alföldön. In: Frisnyák Sándor (szerk.): *Az Alföld történeti földrajza*, Nyíregyháza, pp. 35–43.
- Iványosi Szabó A. 1994: A Duna–Tisza közti hátságon bekövetkezett talajvízszint-süllyedés hatása természetvédelmi területeinkre. In: Pálfi I. (szerk.): *A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái*. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, pp. 77–87.

- Kaán K. 1939: Alföldi kérdések. Erdők és vizek az Alföld kérdéseiben. Stádium, Bp., 420 p.
- Kiss F. 1944: Harc az elemi csapásokkal a Duna-Tisza közti homokterületen. Erd. Lapok 83: 1–108.
- Lakatos V. 1988: Krónika a kun pusztákról. Isis, Kecskemét, 198 p.
- Magyari E. 2002: Climatic versus human modification of the Late Quaternary vegetation in Eastern Hungary. (A Kárpát-medence keleti területeinek késő negyedidőszaki vegetációváltásai a klimatikus és emberi hatások tükrében.) PhD Disszertáció (angol nyelven). Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar, Ásvány és Földtani Tanszék. 152 p.
- Molnár A.–Fintha I. 2005: A tájhasználat okozta változások a Hortobágyon, különös tekintettel a nemzeti park területeire. In: Molnár A. (szerk.): Hortobágyi mozaikok, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, pp. 11–30.
- Molnár Zs. 1996a: A Pitvarosi-puszták és környékük vegetáció- és tájtörténete a Középkortól napjainkig. Natura Bekesiensis 2: 65–97.
- Molnár Zs. 2007: Történeti tájökölógiai kutatások az Alföldön. Doktori értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Molnár Zs. 2008: A Duna–Tisza köze és a Tiszántúl növényzete a 18–19. század fordulóján I.: módszertan, erdők, árterek és lápok. Botanikai Közlemények 95: 11–38.
- Molnár Zs. 2008: A Duna–Tisza köze és a Tiszántúl növényzete a 18–19. század fordulóján II.: szikesek, lösz- és homokvidékek, legelők, sáncok, szántók és parlagok.
- Molnár Zs. 2009: A Duna–Tisza köze és a Tiszántúl fontosabb vegetációtípusainak holocén kori története: irodalmi értékelés egy vegetációkutató szemszögéből. Kanitzia 16: 93–118.
- Molnár Zs. (szerk.) 2003: A Kiskunság száraz homoki növényzete. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Bp., 159 p.
- Molnár Zs.–Babai D. 2009: Népi növényzetismeret Gyimesben I.: Növénynevek, népi taxonómia, az egyéni és közösségi növényismeret. Botanikai Közlemények 96: 117–143.
- Molnár Zs.–Bartha S.–Babai D. 2009: A népi növényzetismeret és az etnogobotanikai, ökológiai antropológiai megközelítés szerepe napjaink vegetáció- és táj kutatásában. Botanikai Közlemények 96: 95–116.
- Molnár Zs.–Bölöni J.–Biró M.–Horváth F. 2008: Distribution of the Hungarian (semi-)natural habitats I. Marshes and grasslands. Acta Botanica Hungarica 50: pp. 59–105.
- Molnár Zs.–Kun A. (szerk.) 2000: Alföldi erdőssztyepp-maradványok Magyarországon. WWF Füzetek 15., Bp., 56 p.
- Pálfi I. (szerk.) 1994: A Duna–Tisza közti Hátság vízgazdálkodási problémái. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba.
- Rapaics R. 1918: Az Alföld növényföldrajzi jelleme. Erd. Kísér. 21: 1–164.
- Somogyi S. 1965: A szikesek elterjedésének időbeli változásai Magyarországon. Földr. Közl. 41–55.
- Soó R. 1959: Az Alföld növényzete kialakulásának mai megítélése és vitás kérdései. Földr. Ért. 8: pp. 1–26.
- Sümei P. 1998: Az utolsó 15000 év környezeti változásai és hatásuk az emberi kultúrára Magyarországon. In: Ilon, G. (szerk.): A régésztechnikusok kézikönyve. Szombathely, Savaria Kiadványa.
- Szabolcs I. 1961: A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó, Bp., 355 p.
- Tóth A. 2000: A Tisza-völgy vízrajzi állapotának változása a történelem folyamán. In: Sári Zs. (szerk.): „A Tiszavölgy: fajtánk bölcsője” Ezer év a Tisza mentén, pp. 15–31.
- Zám T. 1966: Hortobágyi jegyzetek. Tiszatáj-Magvető, Szeged, 217 p.
- Zólyomi B. 1945–1946: Természetes növénytakaró a tiszafüredi öntözőrendszer területén. Öntözésügyi Közl. 7–8: 62–75.





# ASZÁLYOS ÉVEK AZ ALFÖLDÖN 1931–2010 KÖZÖTT

*Pálfai Imre\**

## 1. Bevezetés

Az Alföld változékony éghajlata az 1980-as és 1990-es években a szárazodás irányában kezdett megváltozni (*Mika et al.* 1995), s mivel a globális fölmelegedés jelei is nyilvánvalóvá váltak, egyre inkább megnövekedett a társadalmi és tudományos érdeklődés a térség éghajlatának jövője, s többek közt az aszályproblémák iránt.

Aszálynak (egyszerűen szólva) a rendszerint nagy hőséggel párosuló nagyfokú csapadékhiányt nevezzük, mely az élő szervezetekre, főként a növényzetre káros hatással van. Az aszály a nemzetgazdasági ágak közül mindenekelőtt a mezőgazdaságot és az erdőgazdaságot sújtja. Az éves országos aszálykár a legsúlyosabb esetekben elérheti a százmilliárd forintos nagyságrendet. Ez önmagában is alátámasztja az aszályvizsgálatok jelentőségét. Az aszálykárok megelőzésére illetve mérséklésére irányuló feladatok a kibontakozóban lévő éghajlatváltozásra való tekintettel egyre inkább fontosabbá válnak (*Faragó et al.* 2009).

Az aszály erőssége évente nagyon különböző lehet, és területileg is jelentős különbségek alakulhatnak ki. Ezeknek az időbeli változásoknak és térbeli különbségeknek a kifejezésére világsszerte különféle aszályindexek alkalmazása terjedt el (*Bussay – Szinell–Szentimrey* 1999). Hazai adottságaink közt jól bevált a szerző által konstruált aszályindex (PAI), mely szoros kapcsolatot mutat a talajnedvességgel (*Horváth* 2003), s amelynek segítségével több tanulmányban elemeztük az Alföld és Magyarország aszályviszonyait (*Pálfai* 1989, 2000, 2004).

Az aszályindex lényegében egy tört, melynek számlálójában az április–augusztusi öt hónapos időszak (a fő tenyészidőszak) középhőmérséklete (annak szászorosa van), nevezőjében pedig – az őszi-téli nedvesség-felhalmozódásra is tekintettel – az októbertől augusztusig terjedő időszak havi csapadékainak súlyozott összege. A havi súlyozó tényezők a növényzet időben változó vízigényét hivatottak kifejezni; értékük – az átlagos hazai vetésszerkezethez igazodva – 0,1-től (október) 1,6-ig (július) változik. Az index előzők szerint meghatározott ún. alapértékét három korrekciós tényezővel szorozni kell. Ezeket a hőségnapok száma, a csapadékszegény időszak hossza és a talajvízszint terep alatti mélysége szerint számítjuk. Az aszályindex küszöbértéke a hazai tapasztalatok szerint (közepes talajadottságok feltételezésével):  $PAI = 6\text{ C}/100\text{ mm}$ -nél vonható meg.

Az aszály különböző fokozatait egy adott mérőállomáson, ill. annak környezetében az index következő értékhatáraival különíthetjük el: mérsékelt aszály 6–8, közepes erősségű aszály 8–10, súlyos aszály 10–12, rendkívül súlyos aszály  $> 12$ . Nagyobb térségek, pl. az Alföld aszályosságának jellemzéséhez (több mérőállomás adatából kiindulva) célszerű az aszályindex területi eloszlását térképszerűen megszerkeszteni, és a PAI területi átlagát meghatározni. Ebben az esetben, mint alább látni fogjuk, az egyes évek értékelése (minősítése) szűkebb értékhatárok szerint történhet.

---

\* Dr. Pálfai Imre ny. szaktanácsadó, Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, Szeged

## 2. Az aszályos évek jellemzői

Először az aszályos évek időbeli változását mutatjuk be és elemezzük, majd a térbeli különbségek tárgyalására térünk ki. Az Alföld vizsgálati időszakunkban előfordult aszályairól bővebb információt (szöveges és térképes értékelést, irodalmat stb.) többek közt a bevezetőben már hivatkozott publikációkban (Pálfai 1989, 2004) és az Alföld kisebb-nagyobb tájegységeire vagy egyes meteorológiai állomásokra vonatkozóan egyéb munkákban (pl. Makra–Kiss–Abonyiné 1986, Szász 1997, Horváth 2003, Szalai–Varga–Pappné 2007) találhatunk.

### 2.1. Időbeli változások

Az 1931–2000 időszakot felölelő korábbi vizsgálatainkat (Pálfai 2000) folytatva, az ott figyelembe vett 38 alföldi mérőállomásra vonatkozó PAI-adatokat kigyűjtöttük az ún. „Integrált vízháztartási tájékoztatók” 2001–2010. évi szeptember havi füzetéből (VITUKI–ATIKÖVIZIG 2001–2010). Egyszerű átlagolással ezekre az évekre is kiszámítottuk a PAI alföldi területi átlagát. Ugyancsak meghatároztuk – a szóban lévő forrásmunkák aszálytérképei segítségével – a legalább mérsékelt erősségű aszályal (PAI > 6) érintett területnek az Alföld egészéhez (pontosabban a nyugaton a Duna vonaláig értelmezett Alföld) mintegy 45 000 km<sup>2</sup> kiterjedésű magyarországi részéhez viszonyított százalékos arányát. E két paraméter (de elsősorban a PAI területi átlagok) ismeretében elvégeztük az egyes évek minősítését, azaz minden évet besoroltunk a fölállított hat kategória (I – VI.) valamelyikébe az 1. táblázatban megadott kritériumok szerint. Az eredményeket az 2. táblázatban a teljes 80 éves vizsgálati időszakra közöljük.

*1. táblázat. Az egyes évek kategorizálásának kritériumai az aszályindex (PAI) alföldi területi átlaga alapján*

Kategória jele	Megnevezés	PAI területi átlag C/100 mm
I.	Aszálymentes év	< 4
II.	Enyhén aszályos év	4 – 5
III.	Mérsékeltén aszályos év	5 – 6
IV.	Közepesen aszályos év	6 – 7
V.	Erősen aszályos év	7 – 10
VI.	Rendkívül aszályos év	< 10

A minősítésnél az 1. táblázatban szereplő határértékeket nem kezeltük szigorúan, azoktól néhány olyan év esetében eltekintettünk, amikor ezt az aszályal érintett terület indokolta. Pl. a 4,1-es PAI átlagú 1951. és 1991. évet is aszálymentesnek (I. kategória) minősítettük, mivel az aszályal érintett terület 0 volt. Hasonló megfontolásból az 5-nél kisebb PAI átlagú 1982., 1985. és 2008. évet a II. helyett a III. kategóriába soroltuk, mivel az aszályal érintett terület viszonylag jelentős, eléri, illetve meghaladja a 10 %-ot. Ugyancsak az aszályal érintett terület magas aránya indokolta a 6,9-es PAI átlagú 1968. esztendőnek a IV. helyett a V. kategóriába sorolását.

A 2. táblázat adatait sokféleképpen lehetne elemezni és értékelni. A következőkben néhány egyszerű megoldást mutatunk be.

2. táblázat. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlaga és az aszályal (PAI >6) érintett terület aránya az Alföldön, valamint az egyes évek minősítése (1931 – 2010)

Év	PAI területi átlaga C/100 mm	Aszályal érintett terület %	Minősítés	Év	PAI területi átlaga C/100 mm	Aszályal érintett terület %	Minősítés
1931	7,9	97	V.	1971	5,7	35	III.
1932	5,9	49	III.	1972	4,5	7	II.
1933	4,7	2	II.	1973	5,5	29	III.
1934	6,4	45	IV.	1974	3,9	0	I.
1935	10,1	99	VI.	1975	3,1	0	I.
1936	4,6	1	II.	1976	6,7	60	IV.
1937	4,7	4	II.	1977	3,8	0	I.
1938	4,3	1	II.	1978	2,7	0	I.
1939	5,5	19	III.	1979	4,5	1	II.
1940	1,9	0	I.	1980	3,4	0	I.
1941	3,2	0	I.	1981	4,4	0	II.
1942	4,7	1	II.	1982	4,5	10	III.
1943	6,9	22	IV.	1983	7,9	68	V.
1944	3,2	0	I.	1984	6,4	57	IV.
1945	6,4	59	IV.	1985	4,8	12	III.
1946	8,6	99	V.	1986	5,7	30	III.
1947	7,9	77	V.	1987	5,5	41	III.
1948	5,3	19	III.	1988	6,4	69	IV.
1949	5,5	34	III.	1989	5,0	18	III.
1950	9,1	96	V.	1990	10,0	100	VI.
1951	4,1	0	I.	1991	4,1	0	I.
1952	12,3	100	VI.	1992	12,1	100	VI.
1953	3,5	0	I.	1993	10,8	93	VI.
1954	3,9	1	I.	1994	9,4	100	V.
1955	3,1	0	I.	1995	6,6	62	IV.
1956	4,4	2	II.	1996	5,2	16	III.
1957	5,0	6	III.	1997	3,9	0	I.
1958	6,3	51	IV.	1998	4,7	5	II.
1959	4,5	1	II.	1999	2,8	0	I.
1960	5,8	34	IV.	2000	9,1	97	V.
1961	6,2	62	IV.	2001	4,5	1	II.
1962	7,5	71	V.	2002	7,9	99	V.
1963	5,8	37	III.	2003	10,3	100	VI.
1964	6,1	55	IV.	2004	4,3	1	II.
1965	2,8	0	I.	2005	3,1	0	I.
1966	2,8	0	I.	2006	4,0	0	I.
1967	5,8	52	III.	2007	10,1	100	VI.
1968	6,9	74	V.	2008	4,9	13	III.
1969	4,4	3	II.	2009	7,8	97	V.
1970	2,5	0	I.	2010	3,5	0	I.

Kiszámítottuk például az aszályindex alföldi területi átlagának és az aszályal érintett terület arányának 20 éves részidőszaki átlagait és a teljes 80 éves időszakra vonatkozó átlagát (a PAI esetében a szórást is), s ugyanebben az időrendi bontásban megállapítottuk a különböző fokozatú aszályos évek számát, azaz előfordulásuk gyakoriságát (3. táblázat).

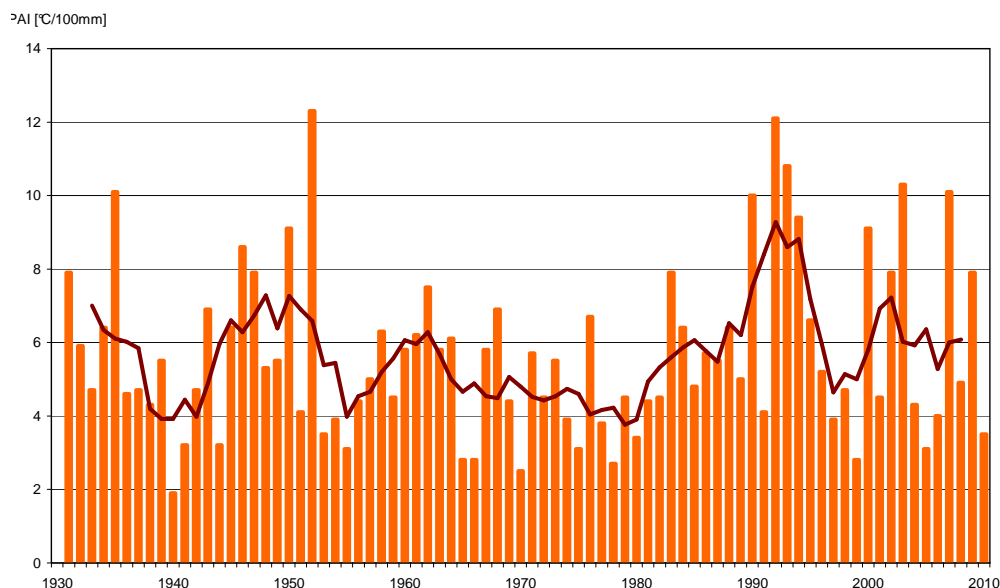
3. táblázat. Az alföldi aszályok néhány statisztikai jellemzője az 1931–2010 közötti időszakokban

Időszak	PAI-átlag és szórás C/100 mm	Aszályal érintett terület, %	Az aszálymentes évek (I.) és a különböző erősségű aszályos évek (II-VI.) száma					
			I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1931-1950	5,84±2,11	36,2	3	5	4	3	4	1
1951-1970	5,18±2,22	27,5	7	3	3	4	2	1
1971-1990	5,22±1,72	26,9	5	3	7	3	1	1
1991-2010	6,46±2,95	44,2	6	3	2	1	4	4
<b>1931-2010</b>	<b>5,68±2,31</b>	<b>33,7</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>7</b>

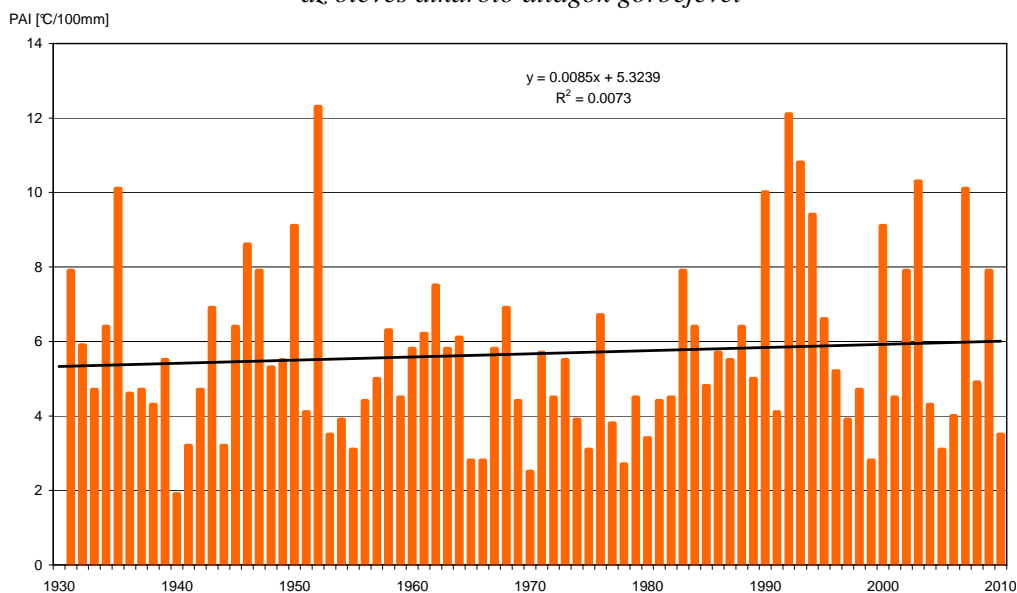
A 3. táblázatból többek közt megállapíthatjuk, hogy a négy részidőszak közül az utolsó, vagyis az 1991–2010 közötti a leginkább aszályos: az aszályindex területi átlagának és az aszályal érintett terület arányának 20 éves átlaga egyaránt ekkor a legnagyobb (6,46 C/100 mm, ill. 44,2 %), s jelentősen meghaladja a 80 éves átlagot. A PAI szórása is ebben a részidőszakban a legnagyobb, de nemcsak abszolút értékben, hanem a 20 éves átlaghoz viszonyított arányát ( $\pm 46\%$ ) tekintve is, ami az éghajlat szélsősége-sébbé válására enged következtetni. Az utolsó 20 év erőteljesebb aszályossága nem fokozatosan alakult ki, hiszen a vizsgált négy részidőszak PAI-átlagának és az aszályos területek átlagának rangsorában az 1931–1950 időszakra vonatkozó érték áll a második helyen, míg a két középső részidőszakot határozottan alacsonyabb aszályossági értékek jellemzik.

A különböző erősségű aszályok rész-időszakonkénti gyakorisága változatos képet mutat. A legfeltűnőbb és különös figyelemre érdemes, hogy amíg az első három részidőszakban csak egy-egy rendkívül aszályos év (VI. kategória) fordult elő, addig az utolsó 20 évben 4 ilyen év is volt! Ha a V. és VI. kategóriájú (az erősen aszályos és a rendkívül aszályos) évek számát együtt nézzük, akkor is az utolsó 20 éves időszak vezet 8 ilyen évvel. Érdekes, hogy a legtöbb aszályos év (II–VI. kategória együtt) nem ebben az időszakban, hanem 1931–1950 között volt: összesen 17. A teljes 80 éves vizsgálati időszakok nézve azt látjuk, hogy az évek mintegy  $\frac{1}{4}$ -ében egyáltalán nem volt aszály (I. kategória),  $\frac{3}{4}$ -ében pedig kisebb-nagyobb (gyengébb vagy erősebb) aszály fordult elő. Külön is érdemes felsorolni azt a 18 évet, a vizsgált évek közel  $\frac{1}{4}$ -ét, amikor erős vagy rendkívüli aszály alakult ki. Ezek a következők: 1931, 1935, 1946, 1947, 1950, 1952, 1962, 1968, 1983, 1990, 1992, 1993, 1994, 2000, 2002, 2003, 2007 és 2009.

Az aszályindex alföldi területi átlagának az 1. táblázatban közölt 80 éves időso-rát grafikusan is bemutatjuk, kiegészítve különféle trendvonalakkal. Kiegészítésként az 1. ábrán az ötéves átkaroló átlagok görbéjét, a 2. ábrán a teljes vizsgálati időszakra vonatkozó lineáris trend vonalát, a 3. ábrán a két 40 éves időszakra bontott adatsorhoz tartozó trendvonalat tüntettük fel.



1. ábra. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlagai 1931–2010 között az öt éves átkaroló átlagok görbéjével



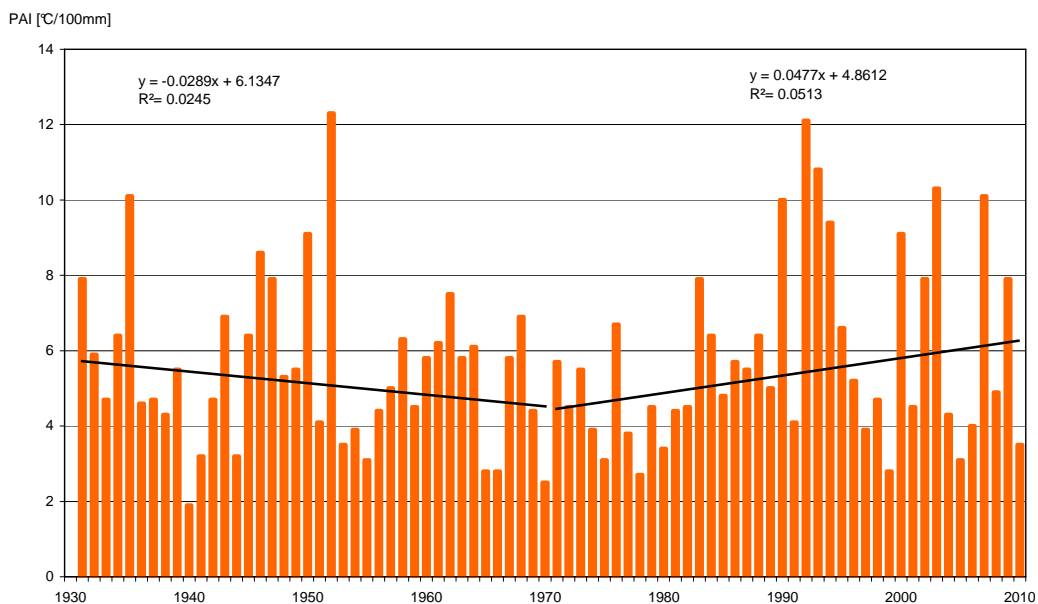
2. ábra. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlagai 1931–2010 között és a teljes időszak lineáris trendvonala

Az öt éves átkaroló átlagok görbéje – a száraz és a nedves időjárási periódusok váltakozását tükrözve – „hullámhegyeket” és „hullámvölgyeket” ír le (1. ábra). A legmagasabb aszályhullám az 1990-es évek első felében alakult ki, amikor a rendkívül, ill. erősen aszályos évek (1990, 1992, 1993, 1994) sorozatban követték egymást. Ezt a sorozatot ráadásul még két kevésbé aszályos év követte (1995 és 1996). Az 1990-es évek rendkívül erős aszályossága a PAI tíz éves országos és alföldi átlagaiból is kitűnik (Varga 2003). Hasonlóan kiugró értékeket mutatnak ezen időszakban a Palmer-féle

aszályindex-szel végzett vizsgálatok eredményei (Horváth 2003). Két alacsonyabb, de hosszabb aszályhullám jellemzi vizsgálati időszakunk elejét: az egyik még ezt megelőzően, 1928-ban kezdődött és 1935-ig tartott, a másik 1945–1952 között zajlott le. A 2000–2003 közti viszonylag rövidebb periódust ugyancsak emlékezetes, nagyon aszályos évek sora határozta meg. Az előzőknél mérsékeltőbb aszályos évek alakították ki az 1957–1964 és az 1982–1989 közötti száraz periódust. Utóbbit az 1990-nel kezdődő és 1996-tal záródó, már említett időszakokkal egyesítve *példátlanul hosszú (15 éves) aszályos periódust regisztrálhatunk!*

A PAI területi átlagok teljes adatsorával elvégzett trendvizsgálat eredménye lényeges változást nem, csak egészen minimális emelkedő jelet mutat 1931–2010 között (2. ábra). Ez érthető is, hiszen a PAI kiemelkedően nagy értékei nagyjából egyformán csoportosulnak a vizsgálati időszak elején és végén, míg a vizsgálati időszak középső tartományában nagyjából kiegyenlített eloszlásban a közepes és a kisebb PAI-értékek sorakoznak.

A PAI területi átlagok két 40 éves szakaszra bontott adatsorának vizsgálata szerint 1931–1970 ig enyhén süllyedő, 1971–2010-ig mérsékeltén emelkedő lineáris trend állapítható meg (3. ábra). Számunkra ez az utóbbi időszak a mérvadó, mert a trend folytatódása esetén az aszályprobléma súlyosbodásával kellene számolni.



3. ábra. Az aszályindex (PAI) alföldi területi átlagai 1931–2010 között és két 40 éves részdíszak (1931–1970, 1971–2010) lineáris trendvonal

Az aszályindexnek az 1970-es évek elejétől tapasztalható növekvő trendje főként a nyarak hőmérséklet-növekedéséből származik, s kevésbé a csapadékmennyiség csökkenéséből, amely inkább csak a tavaszi, az őszi és a téli évszakra jellemző, míg az aszály szempontjából döntő nyári csapadékösszeg tendenciaszerűen gyakorlatilag nem változott, sőt az 1980-as évek elejétől növekedést mutat (Szalai et al. 2005, Bihari et al. 2008, OMSZ 2009). Ugyanez a növekedési trend tűnik ki az évi csapadékösszeg alföldi átlagának idősorából is (Varga 2003, 2009). A nyári középhőmérséklet említett növekedésére jellemző, hogy amíg ez 1971–1990 között szinte minden évben a sokévi átlag

alatt maradt, addig 1991–2009 közt lényegében minden évben a sokévi átlag fölött volt (OMSZ 2009). Feltűnően megnövekedett a hőségnapok és a forró napok (vagyis a 30 °C-ot, ill. a 35 °C-ot is meghaladó napi maximumok) száma, különösen az Alföld déli részén. 2007-ben az abszolút hőmérsékleti rekord is megdőlt, Kiskunhalason július 20-án 41,9 °C-os új abszolút meleg rekord született (Bihari et al. 2008). A meteorológiai tényezők mellett némi szerepe volt az aszályindex nagyobb értékei kialakulásában a talajvízszint különféle emberi tevékenységekre is visszavezethető süllyedésének, mely a Duna–Tisza közí hátságán az 1980-as évektől kezdve fokozódott és tartóssá vált, olyannyira, hogy a talajvízszint még a nagyon csapadékos években is jóval a sokévi átlag alatt maradt (Szalai–Varga–Urbánné 2007, Varga 2009).

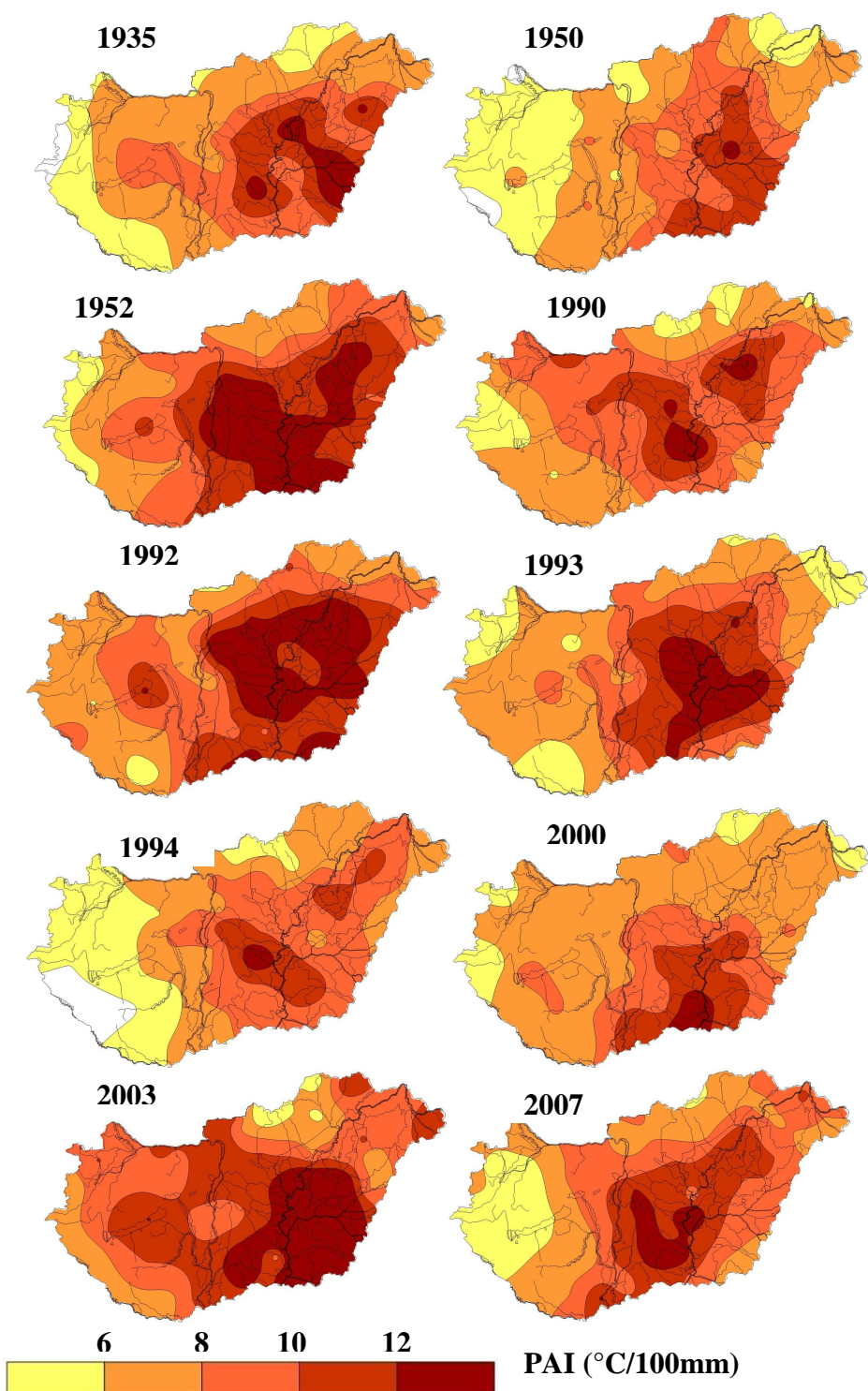
## 2.2. Területi különbségek

A 68 állomás adataiból szerkesztett 4. ábrán bemutatjuk az aszályindex magyarországi területi eloszlását a vizsgált időszak tíz legaszályosabb évére vonatkozóan. Látható, hogy ezekben az években az aszály kisebb-nagyobb mértékben az ország szinte teljes területére kiterjedt, de minden esetben az Alföldön volt a legerősebb. A PAI legnagyobb értékei 1935-ben a Közép-Tisza, az Alsó-Tisza és a Körösök vidékén, 1950-ben a Tiszántúl középső és déli részén alakultak ki. 1952-ben a Tiszántúl mellett a Duna–Tisza köze is nagyon aszályos volt, akárcsak 1990-ben. Az 1992-ben és 1993-ban főként az Alföld középső és déli részét sújtotta. 1994-ben ismét a Duna–Tisza közén, 2000-ben az Alsó-Tisza vidékén, 2003-ban a Tiszántúl déli felén, 2007-ben pedig a Duna–Tisza köze déli részén volt a legnagyobb aszály.

A 4. ábra aszálytérképeiről nagyon nehéz fölismeri az eloszlási kép valamilyen tendenciózus, időbeli változását. Az 1931–2000 közötti PAI adatokkal elvégzett állomásonkénti trendvizsgálatok (Pálfai 2007) viszont azt mutatják, hogy a Duna–Tisza közén valamelyest fokozódott, a Tiszántúl egyes északkeleti részein viszont (bár egészen enyhe formában) mérséklődött az aszály (5. ábra). A PAI-értékek Duna–Tisza közí növekedéséhez a talajvízszint előzőekben már említett tartós süllyedése is hozzájárulhatott.

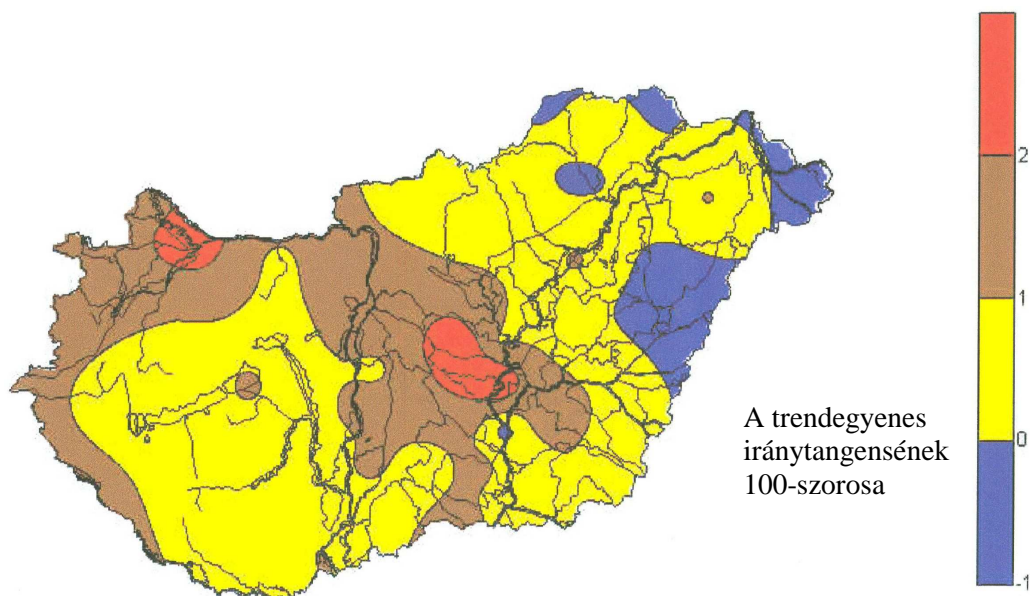
A 6. ábrán bemutatjuk Magyarország aszályosságai térképét (Pálfai 2004), amely a PAI 1931–2000. évi adataiból meghatározott 10 %-os előfordulási valószínűségű értékeinek területi eloszlását, ill. az azok alapján elkülönített aszályosságai zónákat ábrázolja. Látható, hogy legaszályosabb térségünk az Alföld szív alakú középső és déli része (VI. zóna), melyet északon hozzávetőleg a Monor–Jászberény–Poroszló–Polgár vonal, keleten a Hajdúdorog–Szeghalom–Orosháza–Makó vonal, délen az országhatár, nyugaton az Ásotthalom–Kiskunhalas–Izsák–Kunszentmiklós vonal határol. E nagyon erősen aszályos zónát mintegy 30 km széles sávban körülveszi egy alacsonyabb fokozatú, de ugyancsak erősen aszályos zóna (V. zóna). E két zóna együtt az Alföld területének több mint 80 %-át teszi ki.

Amennyiben a Kárpát-medence éghajlata a pesszimistább forgatókönyvek szerint fog a következő évtizedekben változni, előfordulhat, hogy a bemutatott aszályossági térkép helyett annak módosított változatával, hozzávetőleg egy fokozattal erősebb aszályossági zónákkal kell számolni.

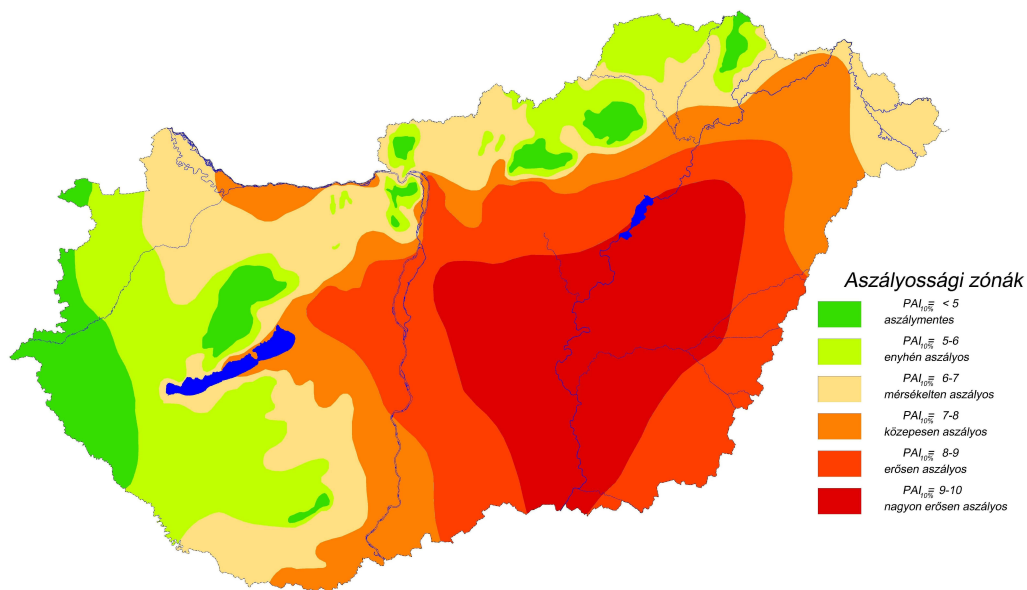


4. ábra. Az aszályindex (PAI) területi eloszlása az 1931–2010 közötti tíz legaszályosabb évben





5. ábra. Az aszályindex lineáris trendjének területi eloszlása (1931–2000)



6. ábra. Magyarország aszályossági térképe (Pálfi 2004)

## Irodalom

- Bihari Z.–Lakatos M.–Szalai S.–Szentimrey T. 2008: Magyarország néhány éghajlati jellemzője a 2005–2007-es időszakban. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Bussay A.–Szinell Cs.–Szentimrey T. 1999: Az aszály magyarországi előfordulásainak vizsgálata és mérhetősége. Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok 7. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 9 – 66.
- Faragó T.–Láng I.–Harnos Zs.–Csete Zs. (szerk.) 2009: az MTA Környezettudományi Elnöki Bizottság állásfoglalása az éghajlatváltozásról és az ezzel összefüggő feladatokról. Budapest, 2009. november. Megjelent a Magyar Tudomány 2009. 7. és 10. számában.
- Horvát Sz. 2003: A talaj nedvességekészletének alakulása Kelet-Magyarországon a XX. században. Doktori (PhD) értekezés. Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék
- Makra L.–Kiss Á.–Abonyiné Palotás J. 1986: Az aszály klimatológiai és talajvíz-háztartási összetevői, valamint néhány mezőgazdasági vetülete a Dél-Alföldön. Alföldi Tanulmányok 1986. 10. kötet, 99–114.
- Mika J.–Ambzózy P.–Bartholy J.–Nemes Cs.–Pálvölgyi T. 1995: Az Alföld éghajlatának időbeli változékonysága és változási tendenciái a hazai szakirodalom tükrében. LXXVII. évf. 3. füzet, 261–283.
- OMSZ 2009: Magyarország éghajlata és az aszály. Készült az „Aszály és szárazodás” Magyarországon c. konferenciára, Kecskemét, 2009. október 7. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Pálfai I. 1989: Az Alföld aszályossága. Alföldi Tanulmányok, 7–21.
- Pálfai I. 2000: Az Alföld belvízi veszélyeztetettsége és aszályérzékenysége. In: A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány Kötetei 6. Békéscsaba 85–95.
- Pálfai I. 2004: Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai Tanulmányok. Közlekedési Dokumentációs Kft. Budapest, 492. old. + 2 melléklet.
- Pálfai I. 2007: Éghajlatváltozás és aszály. „KLÍMA-21” Füzetek, 49. szám 59 – 65.
- Szalai J.–Varga J.–Pappné Urbán J. 2007: A hidrometeorológiai és talajvízszint változások értékelése a Duna–Tisza közén az EU VKI szempontjainak tükrében. MHT XXV. Országos Vándorgyűlés 2. szekció dolgozatai, Tata, 2007. július 4–5.
- Szalai S.–Konkolyné Bihari Z.–Lakatos M.–Szentimrey T. 2005: Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Szász G. 1997: Az éghajlatváltozás és a fenntartható gazdaság kapcsolata a Nagyalföldön. Alföldi Tanulmányok 1997, XVI. kötet, 35–49.
- Varga Gy. (szerk.) 2009: Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése 14. VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht., Budapest.
- VITUKI–ATIKÖVIZIG 2001–2010: Integrált Vízháztartási Tájékoztató és Előrejelzés. VITUKI Kht. – Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, Budapest–Szeged.

\*\*\*

Köszönetnyilvánítás: az adatfeldolgozáshoz és az ábrászerkesztéshez nyújtott segítségért Herceg Árpád kollegámnak tartozom hálás köszönettel.

# TALAJVÍZSZINT-VÁLTOZÁSOK AZ ALFÖLDÖN

*Szalai József\**

## 1. Bevezetés

Magyarországon a talajvízszint mérésére közel nyolcvan éves múltra tekint vissza. Az Alföldön az első talajvízszint-észlelő hálózat tervezése, kiépítése az 1920-as évek második felében kezdődött. (Mérési adatok azonban csak az 1930-as évek elejétől állnak rendelkezésre.) A Magyar Királyi József Műegyetem Vízépítéstani Intézete irányításával 1929-ben létesült az első talajvízszint-megfigyelő hálózat a Természettudományi Kutatási Alap, valamint a gr. Széchenyi Tudományos Társaság anyagi támogatásával. Ez a hálózat mintegy 12 000 km<sup>2</sup> területre terjedt ki, amelyen Rohringer Sándor irányítása mellett 149 db csökutatót létesítettek (Stelczer 1986). Az átlagos kútsűrűség 80 km<sup>2</sup>/kút volt. Ezeket a porózus betonból készült kutakat kizárólag talajvízszint megfigyelésére létesítették.

Az országos talajvízszint-észlelő hálózat kialakítása 1933-ban kezdődött meg a Vízrajzi Intézet irányításával. A hálózat fejlesztésére több éves tervet dolgoztak ki, amelynek keretében már 1933-ban a Tiszántúlon 114 db észlelőkutat létesítettek. Az észleléseket fizetett észlelők végezték háromnaponkénti gyakorisággal, minden hónapban azonos naptári napokon. Az első mérési nap minden hónap második napja volt. A tervszerű hálózatfejlesztés és a regionális hálózatok egyes kútjai átvételének eredményeképp 1943-ra összesen 363 talajvízszint-észlelő kút volt Magyarországon, melyek közül 271 állomáson végeztek rendszeres mérést. A háborús pusztítások következtében 1945 végére ez a szám 159-re csökkent.

A talajvízészlelő hálózat fejlesztésének az 1950-es években a tervgazdálkodás keretei között megvalósuló öntözés és a belvízrendezés adott újabb lendületet. A nagyarányú extenzív fejlesztés eredményeképp lényegében új országos talajvízészlelő hálózat épült ki. A nyilvántartott talajvízszint-észlelő kutak száma 1952-ben 1020-ra emelkedett, közülük 971-ben végeztek méréseket. Az 1960-as években a hálózat mennyiségi fejlődése lelassult, ugyanakkor egyes helyi vízgazdálkodási feladatok megoldására, célzott hálózatokat létesítettek, amelyek többségét rendszerint hosszabb-rövidebb ideig észlelték, majd vagy felhagyták, vagy az országos hálózat részeként tovább folytatták a méréseket. A hetvenes években a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) kezelésében lévő hálózat valamennyi állomása az országos, más néven törzshálózat részének volt tekinthető. A fejlesztésre és fenntartásra fordítható anyagi erőforrások szűkössége miatt a hálózat nem bővült tovább, az észleltetett kutak száma 1500–1700 között állandósult (Stelczer 1986, Szalai 2003). Az Alföld területén jelenleg 1131 észlelőkútban mérik a talajvízszintet.

A mérési adatok felhasználásával különböző időhorizontú elemzések készíthetők. Az „Integrált vízháztartási tájékoztató és előrejelzés” elsősorban havi értékeléseket és előrejelzéseket szolgáltat, a „Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése” című kiadvány pedig a tárgyévi értékeléseket tartalmazza. Emellett mindkét kiadvány tartalmazza a referencia-időszaktól való eltérések elemzését is.

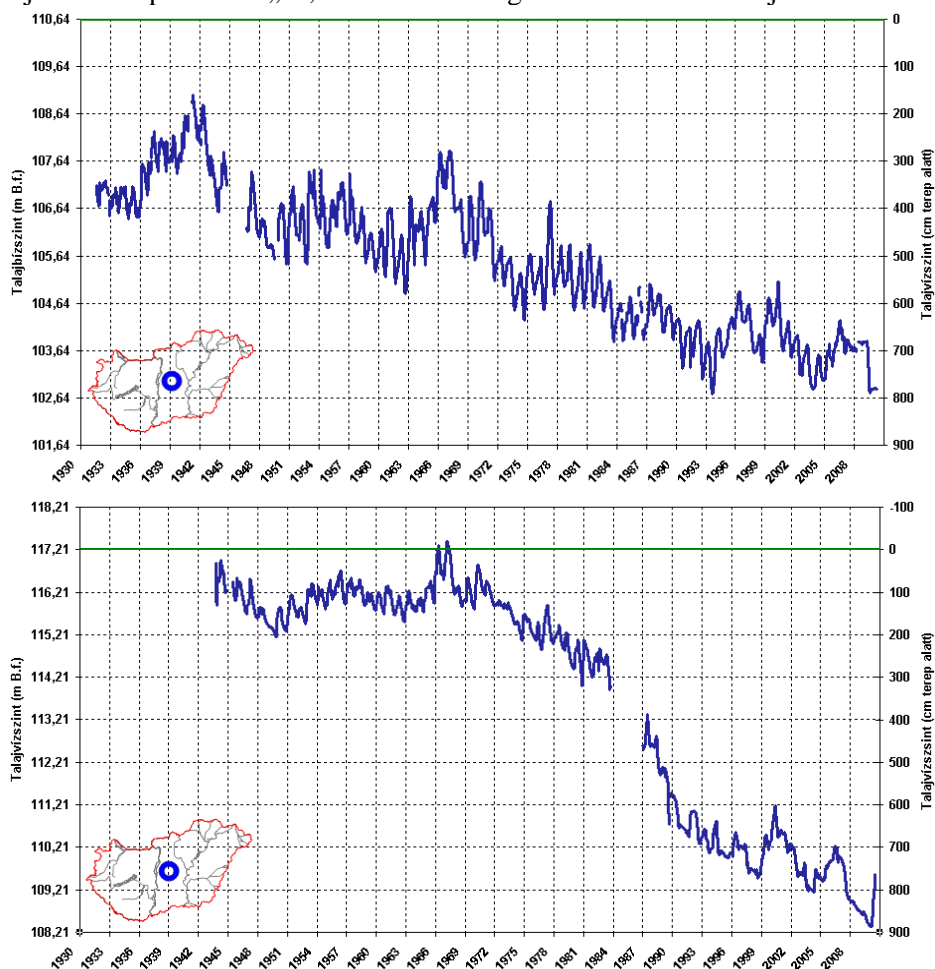
---

\* Szalai József, okleveles térképész-hidrológus, Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet (VITUKI)

## 2. Talajvízszint-változások az 1930-as évektől kezdődően

Az Alföld változatos földtani felépítésű tájegységein az adott pont talajvízjárását a mérések kezdetétől napjainkig az 1–7. ábrákon bemutatott észlelőkutak menetgörbéi szemléltetik. A példaként bemutatott észlelőkutak esetében a kiválasztás esetében az egyik legfontosabb szempont volt, hogy lehetőség szerint minél hosszabb időszakkal rendelkezzen, továbbá, az esetleges felújítások, a régi, tönkrement helyett létesített új kút időszora megfelelően illeszkedjen a korábbihoz. További szempont volt az adathiányos időszakok hossza is. Egyes észlelőkutak esetében az adathiányos időszak hossza a háborús körülmények ellenére is csak néhány hónapot, más esetekben a kút tönkremenetele miatt több évet, akár egy teljes évtizedet is elért.

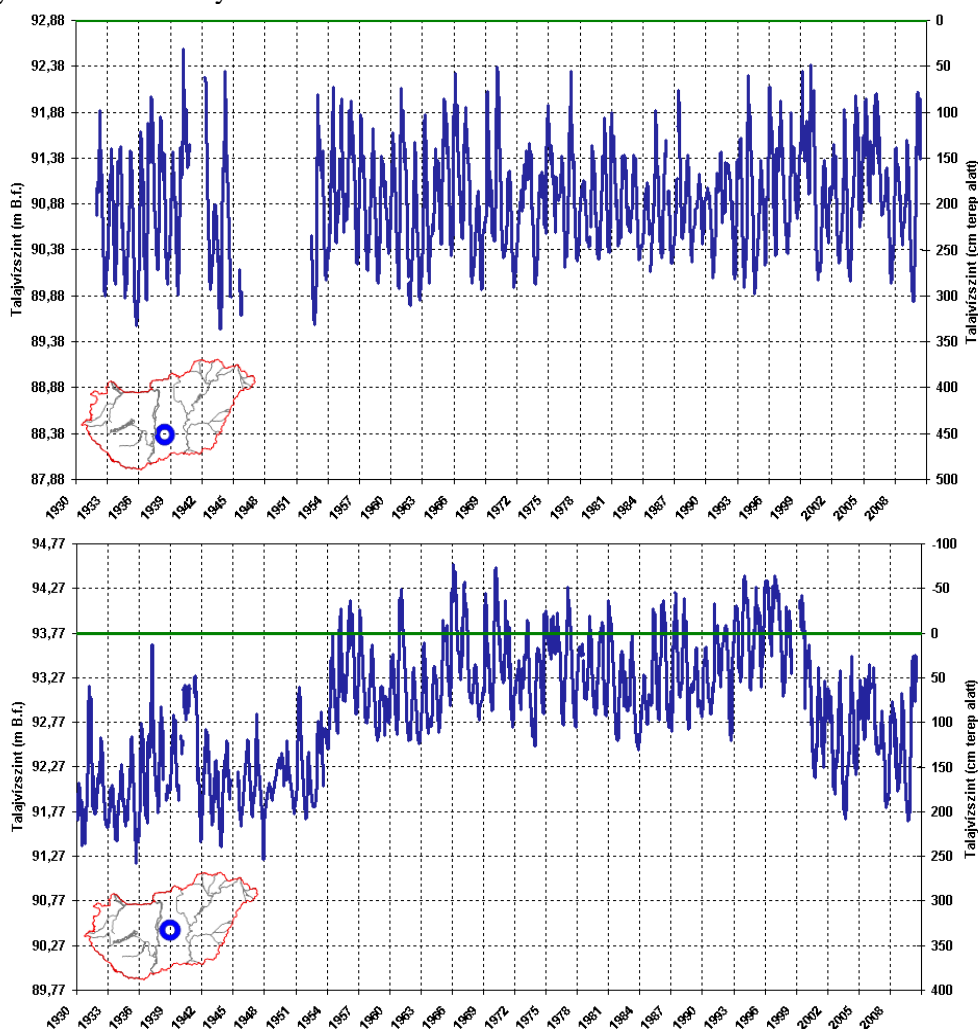
Az ábrák szerkesztése a Magyar Hidrológiai Adatbázisban (MAHAB) hozzáférhető adat felhasználásával történt. Az észleléskor érvényes perem- és terepszintek pontosítása az Vízügyi Objektum és Törzsadatkezelő Rendszer (OTAR) valamint az egykori törzskönyvi bejegyzések alapján történt. Az ábrák a mérések időpontjában a talajvíz tengerszint feletti magasságát, valamint a terepszint alatti mélységét együttesen mutatják. A terepszintet a „0”, zöld színnel megkülönböztetett vonal jelöli.



1. ábra. Ócsa (00111) és Ladánybene (001362) talajvízészlelő kútjainak vízjárása a mérések kezdetétől (a zöld vonal a terepszintet jelöli)

A Duna–Tisza közén az 1970-es évek óta bekövetkezett változások értékelése számos tanulmány tárgya volt. A térség északnyugati részén létesített Ócsa (törzsszáma: 001111) és Ladánybene (001362) észlelőkutakban mért talajvízszint számottevően csökkent az elmúlt évtizedekben. A két észlelőkút vízjárásában a hasonlóságok mellett a különbségek is felismerhetők: hasonlóság az 1930-as és 1960-as évek végén, 1940-es és 1970-es évek elején megfigyelhető maximum, majd az utóbbit követő markáns csökkenés. Különbség viszont, hogy az ócsai észlelőkútban a terep alatti talajvízszint csak az 1940-es évek elején emelkedett 200 cm terepszint alatti mélység fölé. A ladánybenei kút esetében ellenben az 1960-as évek második felében a terepszint fölé emelkedett a talajvíz.

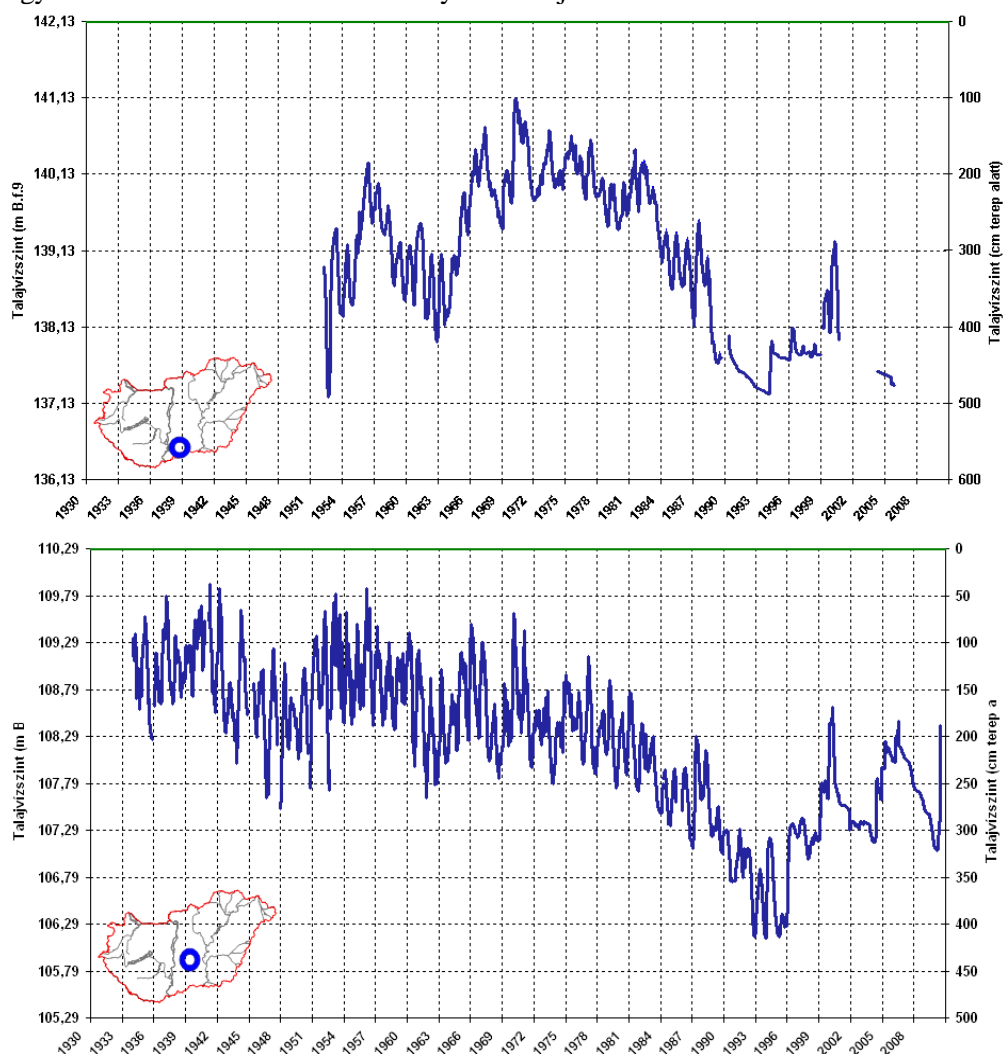
A Duna negyedkori árterületén az Öregcsertő (001401) észlelőkút vízjárása az éves vízszintingadozásokat markánsan példázza. A menetgörbe trendszerű változást azonban nem mutat. Fülöpszállás (001375) észlelőkútjának természetes vízjárása feltételezhetően szintén kiegyenlített lett volna, azonban az 1960-as évek közepétől az 1990-es évek végéig mutatózó emelkedés valószínűsíthetően külső befolyásoló tényező következménye.



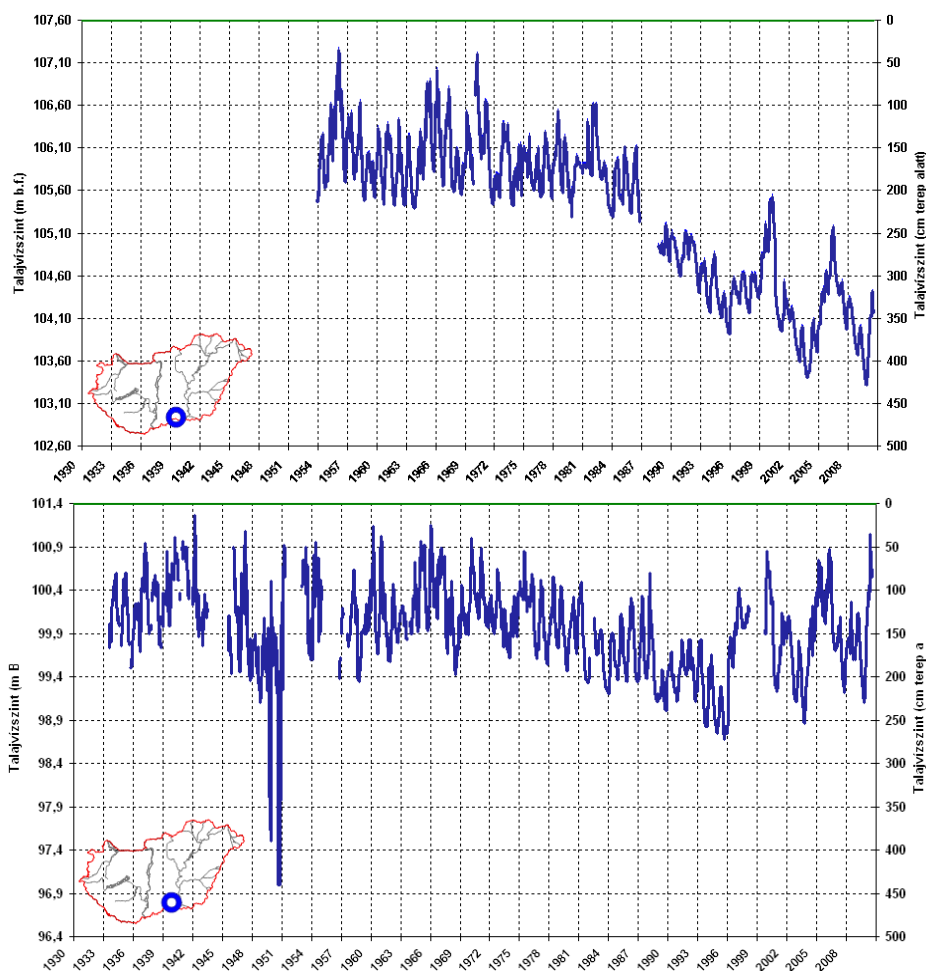
2. ábra. A talajvízszint alakulása Öregcsertő (001401) és Fülöpszállás (001375) észlelő kútjában a mérések kezdetétől

A Duna–Tisza köze déli részén, az Észak-Bácskai lösztábla területén (legismertebb példák Borota és Rém községek) és távolabb, a déli országhatár közelében Szakmár-Ásotthalom térségében a határon átnyúló talajvízszint-süllyedést mutatnak a mérési adatok. Rém (001443) megszűnt észlelőkútjának térségében korábban, az 1950-es évek végén, 1960-as évek első felében is mutatkozott talajvízszint-süllyedés. Az ásotthalmi kút (002421) környezetében az 1980-as évek elején kezdődött trendszerű süllyedés – ami a kedvező utánpótlódást biztosító, csapadékosabb időszakok kivételével – jelenleg is folytatódik (3. és 4. ábra).

Az orgoványi (001414) észlelőkút a hátság pereméhez viszonylag közel helyezkedik el. Az 1990-es évek közepéig kialakult süllyedést követően az utóbbi közel másfél évtizedben – jelentős ingadozásokkal – stabilizálódás körvonalazódik. Zákányszék (002400) szintén peremterületi észlelőkút, vízjárása hasonló, mint az orgoványi kút esetében. Jellemző, hogy 2010-ban mindkét észlelőkút környezetében jelentős emelkedés mutatkozott.



3. ábra. Rém (001443) és Orgovány (001414) talajvízkútjainak vízjárása a mérések kezdetétől



4. ábra. Ásotthalom (002421) és Zákányszék (002400) talajvízkútjainak vízjárása a mérések kezdetétől

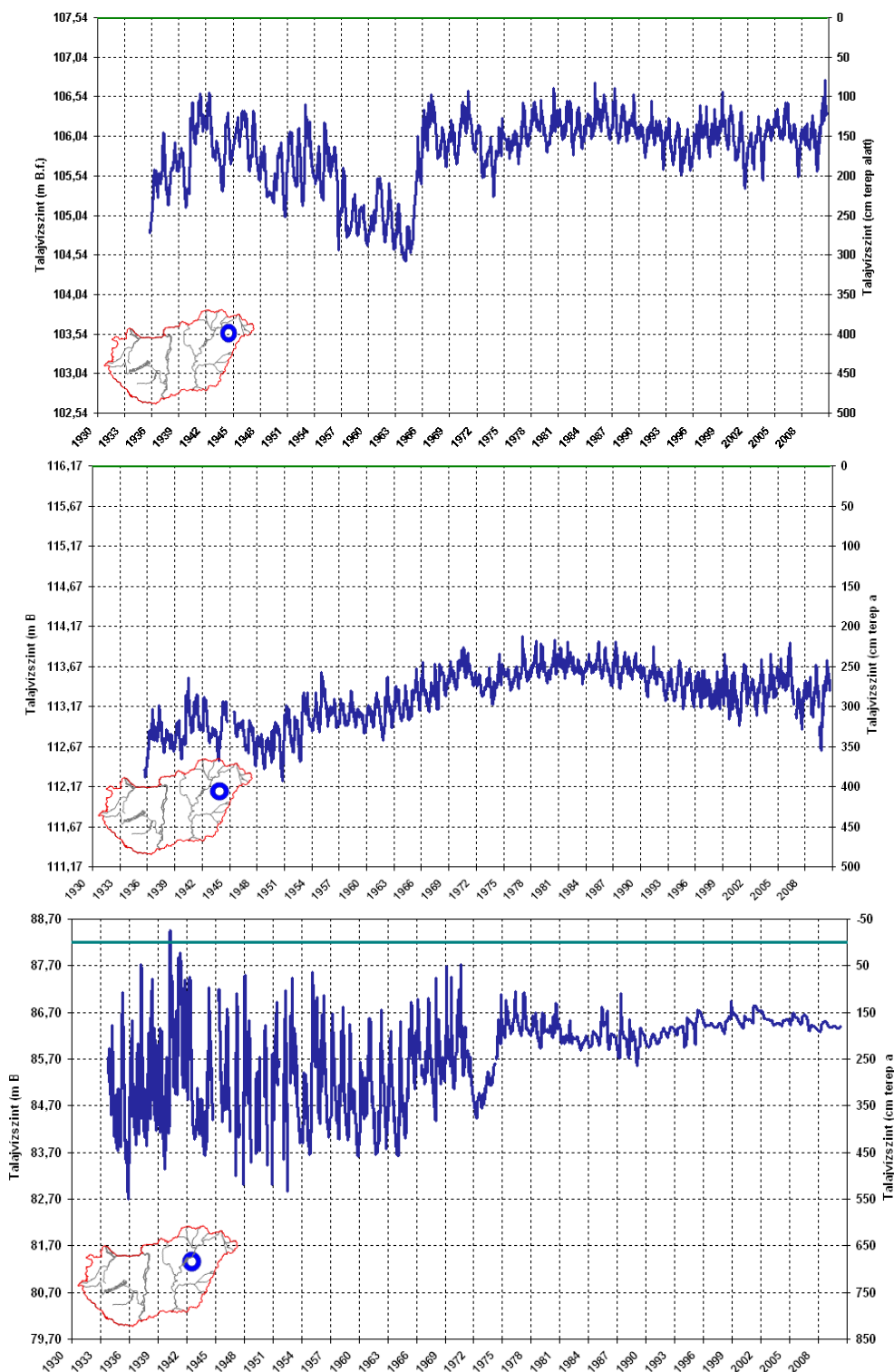
Nyíregyháza észlelőkútjának (001607) mérési adatai az 1930-as évek vége óta állnak rendelkezésre. Feltűnő az 1960-as évek közepéig kialakult talajvízszint-süllyedés, majd a viszonylag gyors emelkedés. Sejtethető, hogy az észlelőkút környezetének vízjárását valószínűleg nem csak a természetes befolyásoló tényezők határozzák meg (5. ábra).

A debreceni észlelőkút (002609) térségében a talajvíztükör nagyobb terepszint alatti mélységben helyezkedik el. Ennek megfelelően az évi ingadozások is kisebbek. Tiszafüreden az észlelőkút (002671) vízjárása a Kiskörei-tározó üzembe helyezéséig jelentős éves ingadozásokat mutatott. A duzzasztások kezdetét követő átmeneti időszak után közel 150 cm-rel magasabb éves átlagértékek váltak jellemzővé. Az éves ingadozás mértéke fokozatosan csökkent. (Ez utóbbi a kút esetleges tönkremenetelének is a következménye lehet.)

Az ibrányi észlelőkút (001652) jelentős éves ingadozásokat mutat, környezetének éves átlagos talajvízszintje az 1970–1980-as évekhez képest közel 100 cm-rel alacsonyabb.

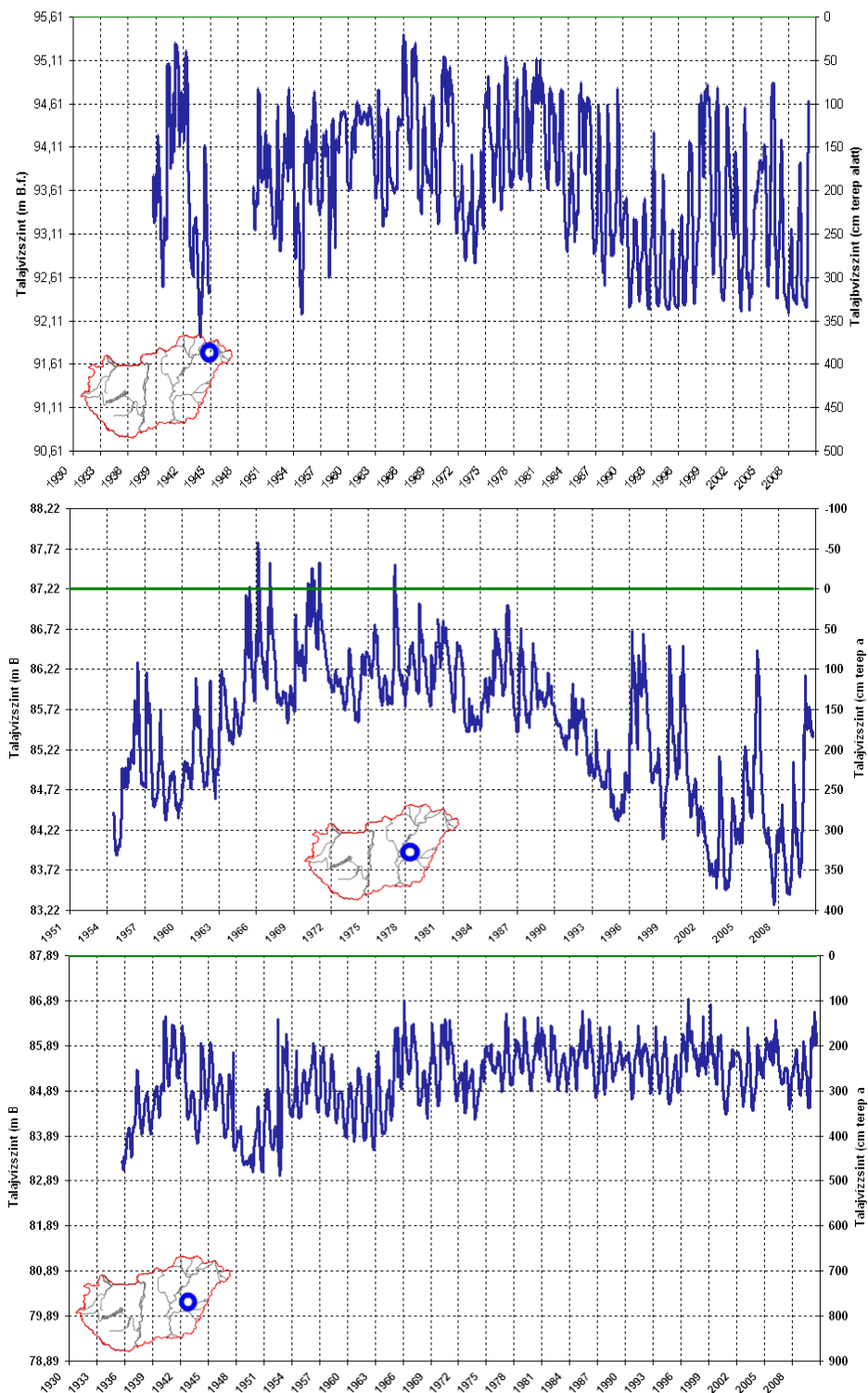
Karcag térségében a mezőgazdaság átalakulása az észlelőkutak talajvízjárásában is követhető. Egyes észlelőkutak markánsan, mások, így a 6. ábrán bemutatott észlelőkút (002093) időszora kevésbé tükrözi az öntözés elmaradását (rizstermelés megszűnése, illetve a korábbi termőterület összezsugorodása).



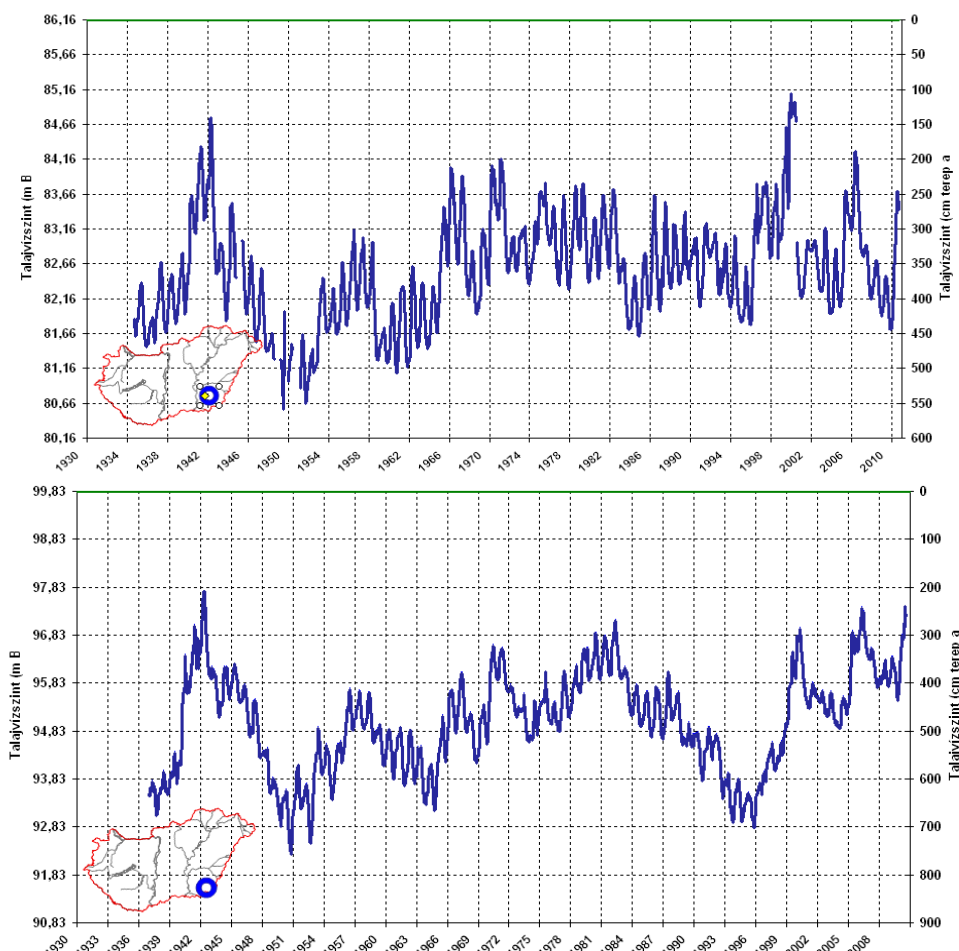


5. ábra. Nyíregyháza (001607), Debrecen (002609) és Tiszafüred (002671) talajvízkútjainak vízjárása a mérések kezdetétől





6. ábra. Ibrány (001652), Karcag (00209) és Püspökladány (002625) talajvízkútjainak vízjárása a mérések kezdetétől



7. ábra. Székkutas (002304) és Mezőhegyes(002332) talajvízkútjainak vízjárása a mérések kezdetétől

Püspökladány térségében a 002625. sz. észlelőkút rendelkezik a leghosszabb, összefüggő adatsorral. Az éves ingadozásokat szemléletesen tükröző adatsor az 1970-es évek végétől enyhe süllyedő trendet mutat. Jelenleg belterületi észlelőkút, ezért vízjárása antropogén hatásokat is tükrözhet.

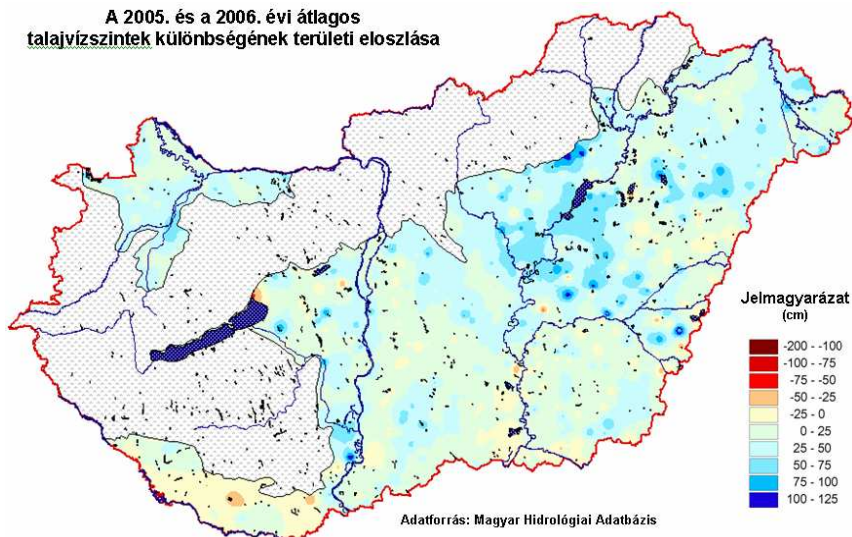
A székkutasi észlelőkút (002304) idősora változatos talajvízjárásról tanúskodik. Az 1942-ben mért maximumot 1999–2000-ig csak az 1960-as évek második és az 1970-es évek első felében közelítették meg az éves tetőzések. Az ezredforduló küszöbén azonban közel 50 cm-rel magasabb, abszolút maximumot mértek (7. ábra).

Mezőhegyes a Maros hordalékkúpja peremén elhelyezkedő észlelőkútja (002332) adatai jelentős változásokról tanúskodnak. Az éves ingadozásokat jól mutató adatsor abszolút maximumát 1942-ben mérték. Az 1950-es évek elejéig közel 400 cm-es talajvízszint-süllyedés mutatkozott az észlelőkút térségében, amit több szakaszra bontható emelkedés követte az 1980-a évekig. Az 1980-as évek elején és az 1990-es évek közepén mintegy 350 cm-es újabb vízszintcsökkenés alakult ki. Az utóbbi bő évtizedben a rövidebb, süllyedést mutató időszakok ellenére trendjellegű emelkedés körvonalazódik. Ebben az időszakban a 1980-as évek elején mért maximumokat meghaladó éves maximumokat mértek.

### 3. A talajvízjárás rövid idejű változékonysága

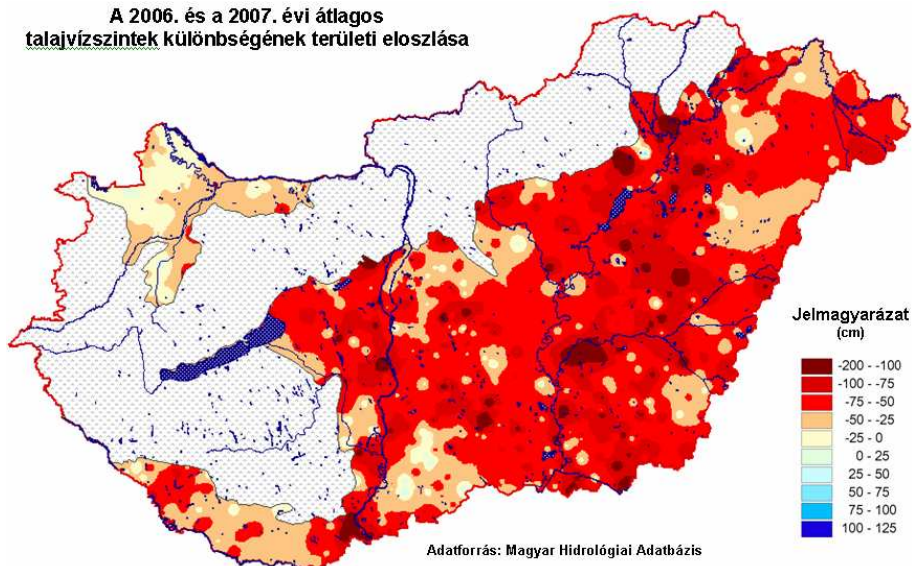
A talajvízjárás közelmúltbeli éves időhorizontú változékonysága 2006. és 2007., egymást követő évek példáján szemléltethető (8. és 9. ábra). A térképek szerkesztése a tárgyév megelőző és a tárgyév középértéke különbségének területi eloszlását szemlélteti. Szembetűnő, hogy Magyarország síkvidékei talajvízháztartását az ebben a két évben ellentétes folyamatok jellemezték. 2006-ban a síkvidékek legnagyobb részén gyarapodott a talajvízkészlet – kivételt képez a Dráva-menti síkság jelentős része, valamint a Mezőföld, a Körös–Maros köze, a Duna–Tisza köze délkeleti részének, illetve a Hajdúság területének egyes körzetei. Ezzel szemben 2007-ben a síkvidékeken a talajvízkészlet jelentős csökkenése volt megfigyelhető.

A 2005. és a 2006. évi átlagos  
talajvízszintek különbségének területi eloszlása



8. ábra. A 2005. és a 2006. évi átlagos talajvízszintek különbségének területi eloszlása

A 2006. és a 2007. évi átlagos  
talajvízszintek különbségének területi eloszlása



9. ábra. A 2006. és a 2007. évi átlagos talajvízszintek különbségének területi eloszlása

A Kisalföld területén, a Mezőföld egyes körzeteiben, a Duna–Tisza köze és a Tisza túlpartján legnagyobb részén emelkedett a talajvízszint 2006-ban. Az emelkedés a Kisalföld északi részén, a Duna–Tisza közén, a Körös–Maros közén és a Hajdúság területén 0–25 cm közötti értékű. A Kisalföld déli részén, a Mezőföld több körzetében, a Duna–Tisza köze északi és déli részén, a Közép-Tisza vidéken, a Nyírség, a Tiszahát, valamint az Északi-középhegység előterében 25–50 cm közötti talajvízszint-emelkedés alakult ki. A Zagyva-medence délkeleti és a Nagykunság jelentős részén, illetve a Bükk előterében nagyobb, 50–75 cm közötti különbség-értékek jelentkeztek. A síkvidékek területi átlagában 2006-ban 20–25 cm-rel magasabban helyezkedett el a talajvíztükör, mint 2005-ben.

A következő évben, 2007-ben a síkvidékek talajvízkészlete jelentős mértékben csökkent. A 9. ábra tanúsága szerint néhány cm-es emelkedés csak kis körzetekben, a Hanság területén és a Duna–Tisza köze területének legmagasabb pontjain következett be.

A talajvízszint-süllyedéssel érintett területek közül a Kisalföld 50 cm-nél kisebb értékkel jellemezhető. A Duna–Tisza köze északi és délnyugati peremterületén, a Dráva-menti síkság jelentős részén, a Hajdúság keleti felén, a Nyírség északi részén és a Körös–Maros köze kisebb körzetében 25–50 cm közötti különbség-értékek jelentkeztek. A térképen a piros színnel jelölt, legnagyobb kiterjedésű területen 50–75 cm közötti eltérés mutatkozott. Helyenként – például Mohács térségében, Szarvas–Kunszentmárton körzetében, a Taktaközben – 100 cm-t meghaladó talajvízszint-változás alakult ki 2007-ben. A síkvidékek területi átlagában 2007-ben 55–60 cm-rel alacsonyabban helyezkedett el a talajvíztükör, mint 2006-ban.

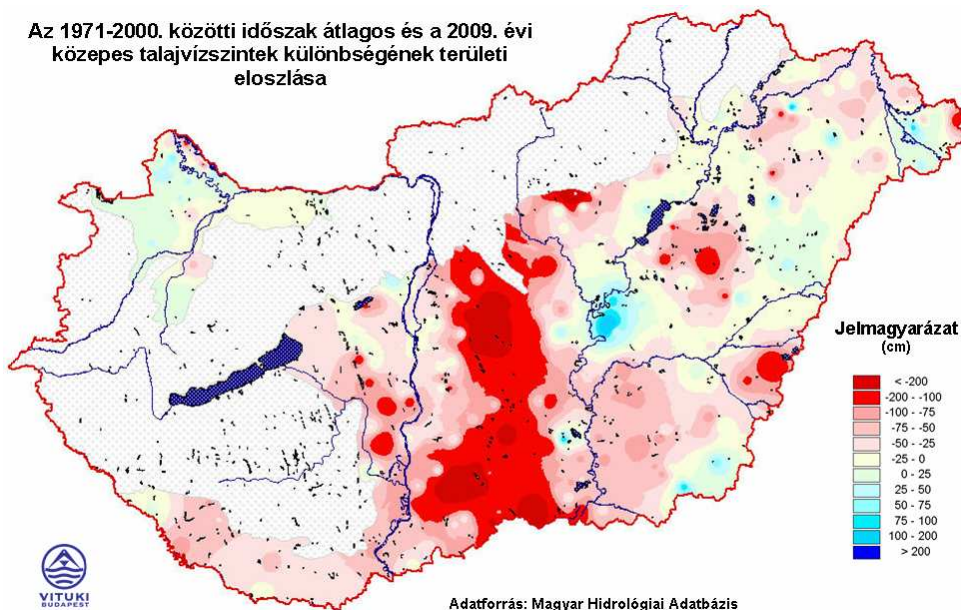
#### **4. Talajvízszint-változások 2009-ben**

A síkvidékek talajvízjárásának változását meghatározott szempontok alapján kiválasztott referencia-időszakhoz viszonyítva a hosszabb időszak alatt bekövetkezett változások értékelhetők. Az elmúlt évtizedekben több referencia-időszak alkalmazására került sor. A leggyakrabban – napjainkban még a Vízrajzi évkönyvekben – alkalmazott az 1956–1960. közötti időszak havi átlagértékei és időszakátlagos volt a viszonyítás alapja. Később a Meteorológiai Világszervezet (WMO) ajánlásának megfelelően az 1961–1990., az utóbbi években pedig szintén a WMO ajánlásának megfelelően az 1971–2000. közötti időszak havi és éves átlagértékeihez viszonyított eltérés alapján történt a síkvidékek talajvízjárása mennyiségi értékelése.

Magyarország síkvidékei talajvízjárásának 2009. évi alakulásáról az 1971–2000. közötti időszak átlagától való eltérés területi eloszlását bemutató térkép alapján készült áttekintő értékelés (10. ábra). 2009-ben a talajvízkészlet időbeli alakulását vizsgálva megállapítható, hogy a síkvidékek talajvízkészlete alakulásának szempontjából a január–március időszak volt a legkedvezőbb. Ezekben a hónapokban – bár eltérő mértékben, de mindegyik síkvidéki területen emelkedett a talajvízszint. A talajvíztartóban tárolt készlet csökkenése azonban már áprilisban megkezdődött, ami először csak kisebb térségeket érintett a Kisalföldön, a Dráva-menti síkság területén, illetve az Alföld egyes körzeteiben. Májusban azonban már mindegyik síkvidéki területet (ezen belül a Kisalföldet jelentősen) érintette a talajvízszint-süllyedés. Júniusban elsősorban a Kisalföld nyugati felén a csapadék és az árhullámok levonulásának és az elöntés hatására kisebb emelkedés következett be. A július–októberi időszakban – kisebb körzetek kivételével – a síkvidéki területeken a talajvízkészlet csökkenése, talajvízszint-süllyedés mutatkozott.

Az egyes tájegységeken bekövetkezett változásokat értékelve megállapítható, hogy a legnagyobb, 200 cm-t meghaladó talajvízszint-süllyedés a Duna–Tisza közén a hátság északi és déli részterületén, valamint a Mátra előterében alakult ki. A 100–200 cm közötti eltérés a hátság, a Körös–Maros köze és a Mezőföld területén mutatkozott. 50–100 cm közötti eltérés a Duna–Tisza köze peremvidékein, a Jászságban, a Tiszántúlon a Körös–Maros köze, a Nagykunság, a Hortobágy, a Nagy-Sárrét, a Körös-vidék, a Nyírség és Hajdúság egyes körzeteiben, a Mezőföld csaknem egészen és a Dráva-menti síkság középső részén alakult ki. 50 cm-nél kisebb eltérés a Nyírség, a Nagykunság, a Nagy-Sárrét, a Borsodi-Mezőség területén, a Dráva-menti síkság peremterületein, továbbá a Kisalföld jelentős részén mutatkozott.

Az átlagértéknél magasabban helyezkedett el a talajvíztükör a Nagykunság délnyugati részén, a Szatmári-síkság, a Hajdúság, a Maros hordalékkúpja, a Hanság és a Mosoni-sík egyes körzeteiben, valamint a Középső-Szigetköz kisebb részterületén.



10. ábra. Az 1971–2000. közötti időszak átlagos és a 2009. évi közepes talajvízszintek különbségének területi eloszlás

#### 4. A talajvízszintek alakulása az Alföldön a 2007. január és 2010. december közötti időszakban

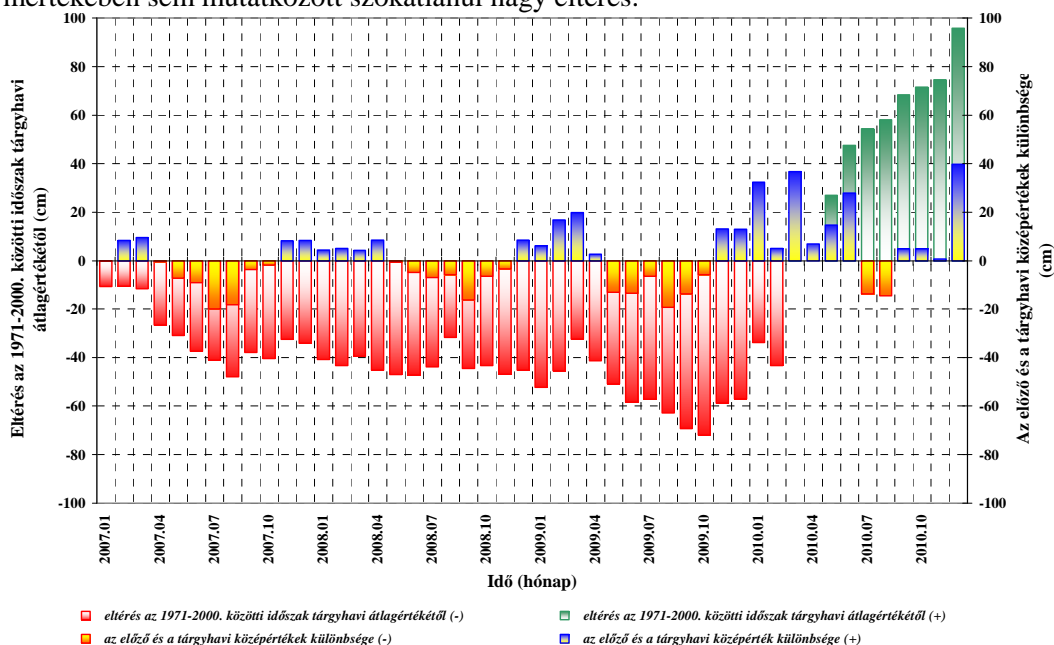
Magyarország területén a legfontosabb hidrometeorológiai jellemzők (csapadék, hőmérséklet), valamint a talajnedvesség, talajvíz, belvíz helyzetértékelését, továbbá előrejelzéseket (időjárás, gördülő vízháztartási mutató, belvíz, aszály) az Integrált vízháztartási tájékoztató és előrejelzés címmel, a VITUKI, Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet és az Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság együttműködésével 2001. május óta havonta készített és szerkesztett kiadvány tartalmazza a legkisebb időkéssel.

A 11. ábra az „Integrált vízháztartási tájékoztató és előrejelzés” adatállományának felhasználásával készült, s azt szemlélteti, hogy a 2007. január és 2010. december



közötti időszakban hogyan változott a talajvízszint területi átlaga az Alföld területén az egymást követő hónapokban, illetve hogyan alakult az adott tárgyhónap középértéke az 1971–2000. közötti referencia időszak hasonló hónapjainak átlagértékéhez képest.

Megállapítható, hogy az ábrán bemutatott időszakban a 2007., 2008., 2009. évben többé-kevésbé szabályos változások mutatkoztak. Az őszi-téli időszakban a talajvízkészlet gyarapodása, a nyári hónapokban pedig fogyása figyelhető meg. A készlet-növekedéssel, illetve -fogyással jellemezhető időszakok hosszában és a változások mértékében sem mutatkozott szokatlanul nagy eltérés.



11. ábra. A 2007. január–2010. december közötti időszak havi közepes talajvízszintjeinek eltérése az 1971–2000. közötti időszak tárgyhavi átlag-, illetve tárgyhót megelőző hónap középértékétől az Alföld területén

A figyelemre méltó változások 2009 őszén kezdődtek: a sokévi átlagnál csapadékosabb őszi-téli, majd azt követően a 2010-ben tavasszal és a nyár elején érkezett csapadék hatására – bár az egymást követő hónapok között jelentős különbség mutatkozott – a 2009. november és 2010. június közötti időszakban a talajvíztartóban tárolt készlet számottevő növekedése figyelhető meg. A talajvízszint kisebb, mintegy 10–15 cm közötti csökkenésére csak a 2010. július és augusztus hónapokban kerül sor. A szeptember és december közötti további készletnövekedés jelentkezett.

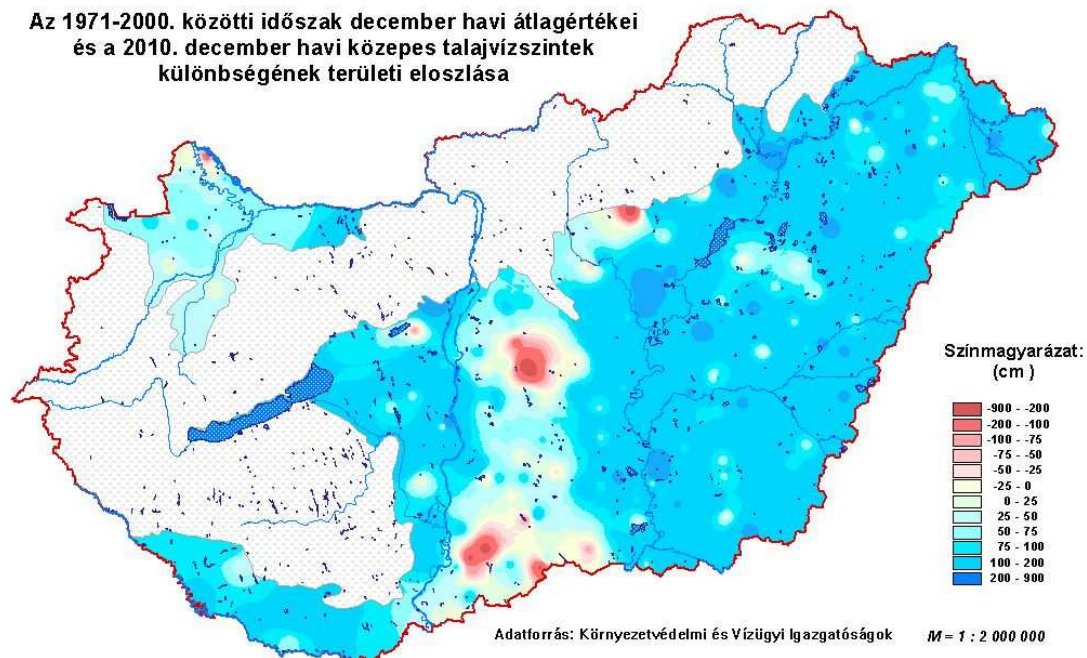
A referencia-időszak megfelelő hónapjaival történő összehasonlítás eredménye a vizsgált, 2007. január és 2010. december közötti időszakban szintén szembetűnő. Az Alföld talajvízkészlete az őszi-téli hónapokban jellemzően bekövetkező utánpótlódás ellenére 2009 novemberéig trendjellegű csökkenést mutatott. 2009 decemberétől azonban a csökkenést emelkedés követte. A tartósan csapadékos időjárás, valamint a levonuló árhullámok következtében az Alföld egyes körzeteiben már 2010. tavaszán az átlagosnál magasabb talajvízszintek alakultak ki, illetve jelentős kiterjedést ért el a belvízzel elöntött területek nagysága. A 2010. év végén további talajvízszint-emelkedés jelentkezett és tovább nőtt a belvízi elöntés területi kiterjedése is. Országos

területi összesítésben 2011. januárjában a belvívelöntések maximális kiterjedése 406557 hektár volt (Integrált vízháztartási tájékoztató és előrejelzés, 2011. február). A 2011. január hónapjában (az északkelet alföldi körzetek kivételével) az 1971–2000. közötti időszak januári átlagos havi csapadékösszegénél kevesebb csapadék érkezett az Alföld területére. Az eltérés az Alföld területének túlnyomó többségén 10–20% között volt, ami kedvező volt a belvíz elleni védekezés szempontjából.

Az 1971–2000. közötti időszak havi átlagértékei és a tárgyhavi középértékek összehasonlítása alapján 2010-ben a nyár közepére az Alföld területén – amint azt a 11. ábra is mutatja – a talajvízszint-emelkedés területi átlagértéke 50–60 cm-re nőtt. Kisebbségi csökkenés júliusban és augusztusban jelentkezett. A 2010 őszen bekövetkezett további emelkedés következtében a különbség-érték decemberben már 95 cm-t ért el.

Az 1971–2000. közötti időszak december havi átlagértékek és a 2010. decemberben mért talajvízszintek középértékei különbségének területi eloszlását a 12. ábra szemlélteti. Az ábra tanúsága szerint a legszembetűnőbb változások a Duna–Tisza köze területén, a legmagasabb térszíneken jelentkeztek. A legnagyobb süllyedéssel érintett, korábban összefüggő hátsági térség önálló területegységekre szakadt. Az észak- és délnyugati részterületek számottevő talajvízszint-süllyedése továbbra is jellemző, azonban ezekben az észlelő-kutakban a 2009 őszen mért abszolút minimumokat követően helyenként 100–150 cm-t emelkedett a talajvízszint (pl. Ladánybene, Orgovány). A viszonyítási időszakhoz képest a Tiszántúlon, a Duna–Tisza köze keleti, alacsonyabb tengerszint feletti magasságú térszínein, a Csepeli- és a Solti-sík nyugati peremén, továbbá a Mezőföld és a Dráva-menti síkság egyes körzeteiben jelentkezett a viszonyítási időszak átlagértékénél számottevő – 100–200 cm közötti, helyenként 200 cm-t meghaladó – talajvízszint-különbség.

**Az 1971–2000. közötti időszak december havi átlagértékei és a 2010. december havi közepes talajvízszintek különbségének területi eloszlása**



*12. ábra. Az 1971–2000. közötti időszak december havi átlagértékek és a 2010. decemberben mért talajvízszintek középértékei különbségének területi eloszlása*

## 5. Összefoglalás

Az Alföld talajvízjárásának alakulásáról az 1930-as évek óta állnak rendelkezésre adatok. A Duna–Tisza közén a legkorábbi mérési adatot 1930-ban jegyezték fel. Az azóta eltelt közel nyolc évtized egészét tekintve pedig 144 észlelőkút adata elérhető a Magyar Hidrológiai Adtábazisban. A Tiszántúlon az 1930-as évek második felében végezték az első méréseket. Jelenleg az Alföld területén 1131 észlelőkútban mérik a talajvízszintet.

A hosszú idejű adatsorok áttekintése során kijelölhetők azok az észlelőkutak, illetve időszakok, ahol és amelyekben a talajvízjárás alakulásában más, nem természetes háttértényezők is szerepet kaptak. Ennek jellegzetes példája egy adott település vezetékes vízellátásának kezdete és a csatornahálózat kiépítése között eltelt időszak talajvízjárása, amit a belterületen létesített, illetve időközben belterületivé vált észlelőkutakban mért vízszint-adatok bizonyítanak. Hasonlóan és egyértelműen azonosítható a rendszeres öntözések kezdete, később részleges szüneteltetése, illetve teljes elmaradása.

A talajvízjárás időbeli változékonyságát jelzi, hogy egymást követő években is számottevő különbség alakulhat ki. A változékonyság jellemzésére bemutatott 2006. és 2007. év szemléletesen bizonyítja ezt. 2007. rendkívül aszályos nyarán az Alföld egyes körzeteiben, elsősorban a Tiszántúlon 75–100 cm-es talajvízszint-süllyedés is kialakult.

Hosszabb időszak – esetleg évtizedek – alatt bekövetkezett változások referencia-időszakok átlagértékeitől való eltéréssel számszerűsíthetők és mutatható be területi eloszlásuk. Magyarország síkvidékei talajvízjárásában bekövetkezett változások elemzése során az 1971–2000. közötti időszakok havi és időszak-átlagértékeivel történő összehasonlításra került sor. A referencia-időszak átlagértéke és a 2009. év középértéke összevetésének eredményét szemléletesen példázza a különbség-értékek területi eloszlását mutató térkép. A síkvidékek meghatározó részén a tárgyévi középértékek a viszonyítási időszak átlagértékénél kisebbek voltak. A legnagyobb eltérések a Duna–Tisza köze hátsági térszíneit jellemezték.

A 2009. októbertől 2010. decemberig tartó kimagaslóan magas csapadécai nyomán azonban az utóbbi közel másfél évben a referencia-időszak havi és időszak-átlagaival történő összehasonlítása azt mutatja, hogy a talajvíztükör az Alföld csaknem egészén a sokévi átlagnál lényegesen magasabban helyezkedik el, kivételt csak a Duna–Tisza köze hátsági egyes részterületei képeznek. A legnagyobb süllyedésekkel érintett területeken a közelmúltban bekövetkezett számottevő emelkedés a korábbi időszakokban tapasztaltnál lényegesen kedvezőbb talajvíz-háztartási helyzetet eredményezett, azonban ezekben a körzetekben a talajvíztükör a viszonyítási időszak átlagértékénél még így is alacsonyabban helyezkedik el.

## Irodalom

- Stelczer K. 1986: A Vízrajzi Szolgálat száz éve. VITUKI, Budapest
- Szalai J. 2003: Fejezetek a talajvízszint-észlelő hálózat kialakulásának és fejlődésének történetéből. Felszín Alatti Vizekért Alapítvány X. Konferenciájának kiadványa, Balatonfüred.
- VITUKI–ATKÖVÍZIG 2001. május–2010. október: Integrált vízháztartási tájékoztató és előrejelzés, Budapest–Szeged
- VITUKI 2010: Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése 14. kötet, Budapest



# A DUNA–TISZA KÖZE CSAPADÉK- ÉS TALAJVÍZSZINT- ADATAINAK VIZSGÁLATA KLASZTERANALÍZISSEL

*Szalai József – Kovács József – Kovácsné Székely Ilona\**

## 1. BEVEZETÉS

A Duna–Tisza köze, ezen belül a Hátság területének talajvízjárásában az 1970-es évek eleje és az 1990-es évek közepe közötti időszakban jelentős változás következett be. A Hátság területén átlagosan 250–300 cm, az észak- és délnyugati térszíneken azonban helyenként 600–800 cm közötti talajvízszint-csökkenés alakult ki.

A talajvízszint-süllyedés több kiváltó ok együttes hatásával, magyarázható, melyek között természeti, társadalmi és gazdasági tényezők egyaránt szerepet játszhatnak. A talajvízszint csökkenését eredményező tényezők, háttértényezők feltárásával számos kutatóműhelyben foglalkoztak. A háttértényezők mibenlétét és nagyságrendjét tekintve a következő felosztás körül alakult ki a legnagyobb egyetértés az 1990-es évek elején: meteorológiai tényezők: 50%, rétegvíz kitermelés: 25%, talajvíz kitermelés: 6%, földhasználatban bekövetkezett változás (pl. erdőterületek növekedése): 10%, vízrendezés: 7%, egyéb (pl. szénhidrogén kitermelés) 2% (Major, 1994., Pálfi, 1994.).

Az alábbiakban a Duna–Tisza köze, mint közismerten különleges vízgazdálkodási helyzetű régió csapadékmérő állomásai, valamint talajvízszint-észlelő kútjai adatszűrési eljárás után alkalmasnak bizonyult idősorainak a klaszteranalízis nyújtotta lehetőségek felhasználásával elvégzett vizsgálatok eredményét mutatjuk be.

## 2. Adatelőkészítés

### 2.1. A csapadékmérő állomások adatai

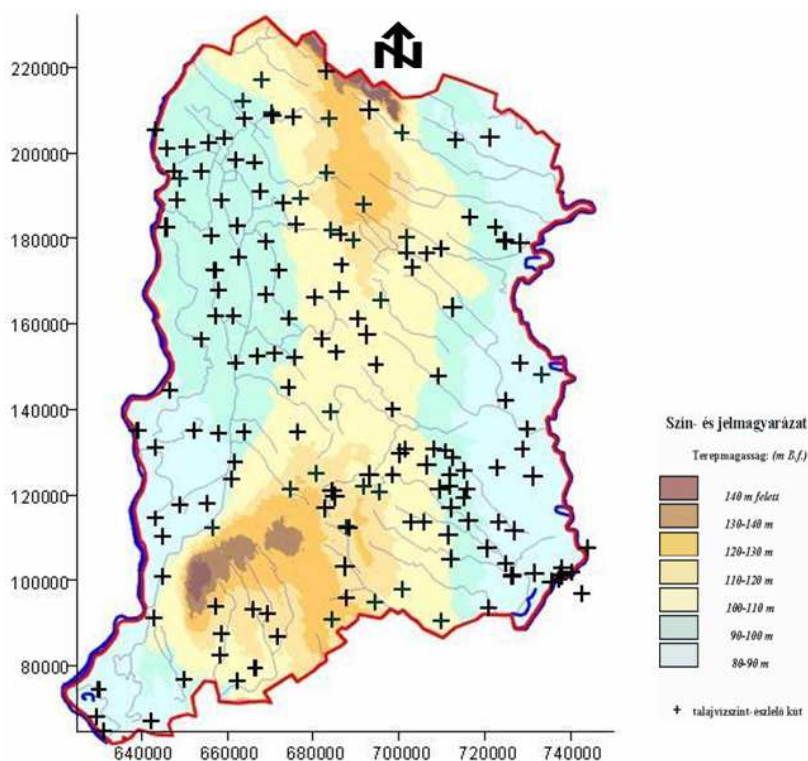
A Duna–Tisza köze területéről 31 csapadékmérő állomás havi csapadékösszegei álltak rendelkezésre azt 1970–2004. közötti időszakból. Ezek az adatsorok grafikus áttekintést követően további ellenőrzést, javítást nem igényeltek.

### 2.2. A talajvízszint-észlelő kutak adatai

A Duna–Tisza köze talajvízjárásának elemzéséhez a talajvízszint-észlelő hálózat több mint négyszáz kútjának időben változatos hosszúságú és minőségű mérési adataira állt rendelkezésre. Az észlelőkutak kisebb részét az 1930-as években, többségüket azonban az 1950-es, 1960-as, sőt az 1970-es években létesítették. Ez utóbbiak közül több a Duna–Tisza köze délnyugati részén, az Észak-bácskai lösztábla területén helyezkednek el. Az észlelőkutak területi elhelyezkedése egyenetlen, egyes körzetekben, mint pl. a Fehér-tó–Majsai belvízöblözetben, a korábbi kísérleti területen meglehetősen sűrű, ugyanakkor az Észak-bácskai lösztábla területén már lényegesen ritkább. A rendelkezésre álló adatsorok eltérő időbeli hosszúsága és megbízhatósága következtében a további vizsgálatokba bevonható észlelőkutak száma és területi elhelyezkedése ezt a területi különbséget hangsúlyozottabbá teszi (1. ábra). Emiatt úgy tűnhet, hogy egyes körzetek kimaradtak a feldolgozásokból és értékelésekből.

---

\* Szalai József, térképész-hidrológus, Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet (VITUKI)  
Dr. Kovács József, adjunktus, ELTE TTK, Földrajz- és Földtudományi Intézet  
Dr. Kovácsné Székely Ilona, matematikus, Budapesti Gazdasági Főiskola, KVIK, Módszertani Intézet



1. ábra. A Duna–Tisza közse területének domborzata és a vizsgálatokhoz felhasznált talajvízszint-megfigyelő kutak (+) elhelyezkedése

Az adatállomány olyan kutak mérési adatait is tartalmazta, amelyekben az észlelést időközben (különböző okok miatt) nem folytatták. Például ezek egyikénél az ok az észlelőkút kiszáradása, azaz a talajvíz szintje a szűrőzött szakasz alsó síkja alá süllyedt, így a kút a további rendszeres mérések végzésére alkalmatlanná vált. A korábbi állomás közelében mélyített új, mélyebb észlelőkút mérési adataival a korábbi adatsorok kiegészíthetők. Előfordult azonban, hogy több kút utódállomás nélkül szűnt meg (VITUKI 2006, Szalai J.–Nagy Gy. 2006).

A vizsgálatok szempontjából kedvezőtlen, hogy számos kút adatsorát kisebb-nagyobb hosszúságú adathiányok szakítják meg. Rövid idejű pár napos, esetleg adathiány nem akadályozta meg az éves átlagok számítását, azonban gyakran több hónapos, sőt éves hosszúságú adathiányok is előfordultak. Ezeket az adatsorokat nélkülözni kellett a további vizsgálatok során.

Az adatellenőrzésben számítástechnikai megoldások mellett jelentős szerepet kapott a menetgörbék vizuális megjelenítése is. Ez az adatleválogatás, adatszűrés mellett a hidrográfok (menetgörbék) elkészítését jelentette. Az észlelőkutak adatsorából ki kellett szűrni az egyértelműen hibás vagy hiányos adatokat (nyilvánvaló elírások, számjegyek elcsúszása a számítógépes adatbevitel során stb.), pontosítani kellett a törzsadat-változásokból (jellemzően peremváltozások, illetve esetenként az adriai és a balti alapszint közötti hibás átszámítás) okozta ugrásokat is.

Az utóbbi években, évtizedben létesített állomások esetében vizsgálni kellett, hogy az a korábban megszűnt észlelőkút utódállomásának tekinthető-e. Amennyiben

az utódállomás adatai, földtani környezete, menetgörbéje összeegyeztethetőnek bizonyult az előd hidrográfiájával, úgy a továbbiakban az előd- és utódállomás adatait egymáshoz illesztve, idősoruk az utódállomás törzsszámával jelölve került felhasználásra. Ugyancsak ki kellett zárni a bizonyíthatóan mesterséges hatások (pl. öntözés, víztározó hatása) által befolyásolt kutakat is.

A rövidebb, néhány nap, esetleg egy hét hosszúságú adathiányok az éves átlagok előállításánál során nem jelentettek kizáró okot, az adatpótlás interpolálással megoldható volt. A több éves adathiányok esetében pótlásra nem került sor, ezért ezeket az adatsoportokat a további vizsgálatokban nem kerültek felhasználásra.

A klaszteranalízis adatigényének kielégítése szempontjából az 1970–2004. évek közötti intervallum választása bizonyult a legcélszerűbbnek. A kiválasztott állomások között néhány adatsorából csak egy, legfeljebb két év átlagértéke hiányzott. Ezek pótlására lineáris regresszió alkalmazásával került sor. A feltételeknek megfelelő adatsorral rendelkező 185 észlelőhelyét a Duna–Tisza köze domborzat-modelljére illesztve az 1. ábra szemlélteti.

### 3. A Klaszteranalízis eredményei

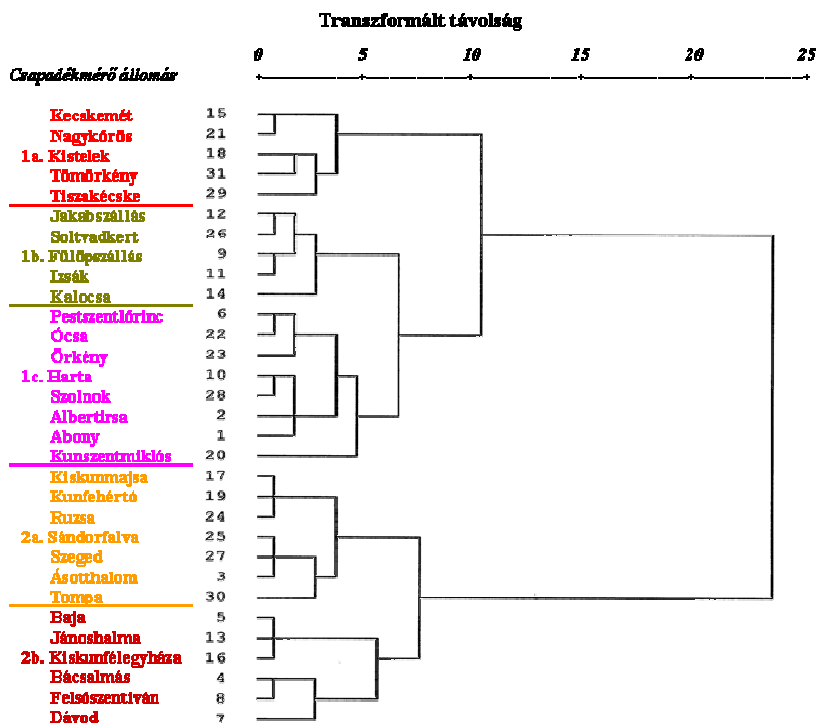
#### 3.1. A csapadékmérő állomások adatainak klaszteranalízise

Az adatalemzés feltételeinek megfelelő adatsorokra a klaszteranalízis eredményeképp az 1970–2004. közötti időszakra a 2. ábrán látható dendrogramot kaptuk. A dendrogram alapján a csapadékmérő állomások csoportjait a 10–12 közötti transzformált távolság-érték alapján határoztuk meg, így a Magyarország éghajlati körzetei szakirodalomból megismert területi felosztáshoz hasonló eloszlást kaptunk. (Bartholy J.–Weidinger T. 1997, Péczely Gy. 1998). A közepes hőingás, évi csapadék, évi napsütéses órák száma, uralkodó szélirány alapján Magyarország területét három éghajlati körzetre osztották. Az I. az Alföld, további három alkörzetre bontható, amiből kettő a vizsgálati területünk része. Ezek a Duna–Tisza köze északi háromnegyede az I.a, a déli–délkeleti negyede pedig az I.c. alkörzetbe tartozik. E két alkörzet határa a Nemesnádudvar–Kiskunhalas–Csongrád településeket összekötő vonal mentén jelölhető ki. A csapadékadatok vizsgálata alapján a teljes megfelelés nem tekinthető bizonyítottnak, az azonban igen, hogy a területi felbontás klaszteranalízissel finomítható.

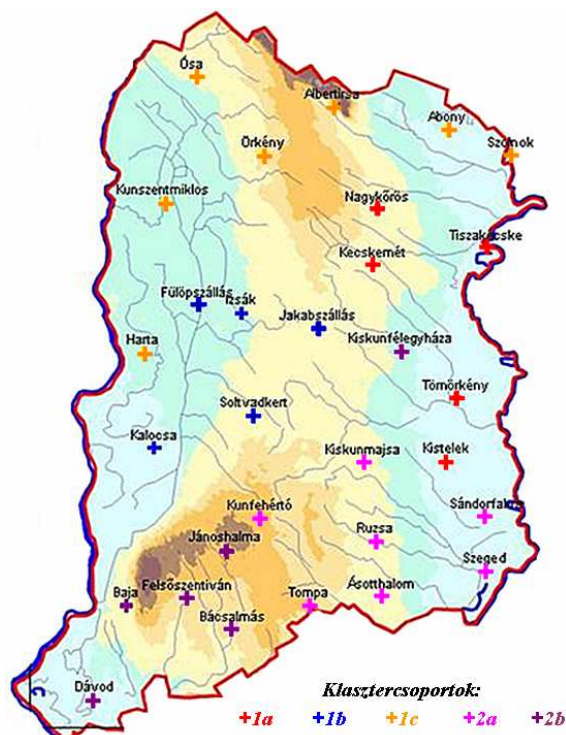
A transzformált távolság csökkentésével, 6-os távolság-értéknél az első klaszter három, a második csoport pedig további két alcsoportra bontható. Eredményként összesen 5 csoport vált elkülöníthetővé: 1/a, 1/b, 1/c, 2/a, 2/b. Ezek területi eloszlását a 2. ábra szemlélteti.

Az egyes alcsoportok területi elhelyezkedését tekintve megállapítható, hogy az 1/a csoport mérőállomásai (Kecskemét, Nagykőrös, Kistelek, Tömörkény, Tiszakécske) a Duna–Tisza köze keleti felének közepén, a Pilis–Alpári-homokhát, illetve a Kiskunsági-löszöshát keleti lejtőin és a Tisza völgyéjsíkján találhatók. Az 1/b csoport (Jakabszállás, Soltvadkert, Fülöpszállás, Izsák, Kalocsa) a Duna–Tisza köze középső térszíneinek Duna-felöli oldalán helyezkednek el, úgy, hogy Soltvadkert és Jakabszállás állomások a Hátság, alacsonyabb nyeregrészén vannak. Az 1/c csoport (Pestszentlőrinc, Ócsa, Örkény, Harta, Szolnok, Albertirsa, Abony, Kunszentmiklós) pedig a Duna–Tisza köze északnyugati, északi és északkeleti peremterületét fedik le.

A második csoportból a 2/a alcsoport (Kiskunmajsa, Kunfehértó, Ruzsa, Sándorfalva, Szeged, Ásotthalom, Tompa) mérőállomásai a hátság délkeleti részén különültek el. A



2. ábra. A csapadékmérő állomások dendrogramja



3. ábra. A csapadékmérő állomások klasztercsoportjainak területi eloszlása

2/b alcsoport (Baja, Jánoshalma, Bácsalmás, Felsőszentiván, Dávod), illetve az Észak-bácskai lösztábla területén található. Kiskunfélegyháza állomás szintén ebbe a csoportba tartozik, azonban a csoport többségét alkotó állomásoktól való jelentős földrajzi távolsága és az eltérő tengerszint feletti magasság miatt feltételezhető, hogy a besorolást jelenleg nem ismert háttértényező befolyásolta.

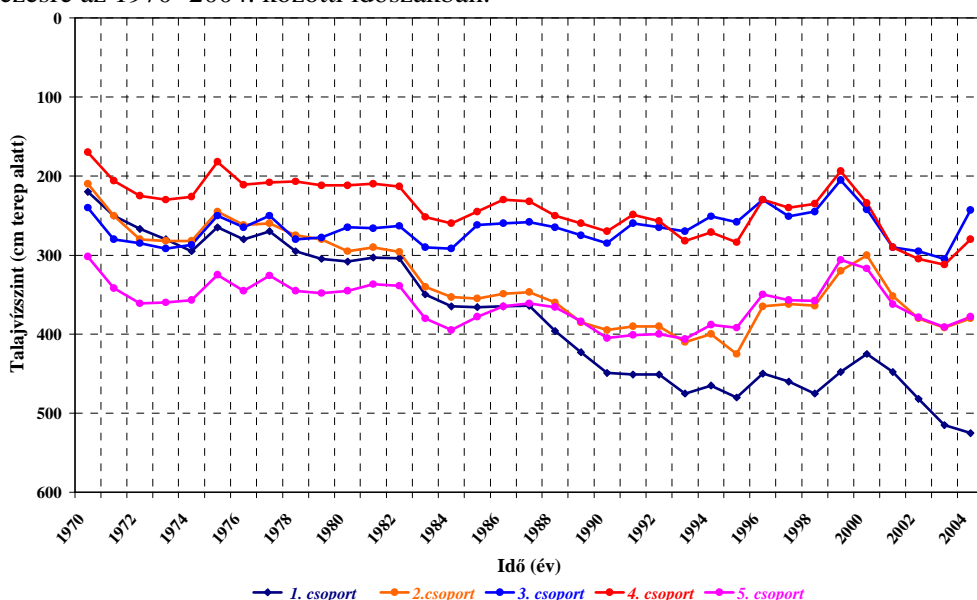
Az egyes klasztercsoportok közötti kapcsolat erőssége az egymás közötti korrelációs együtthatóival jellemezhető, melyeket az 1. táblázat tartalmazza. A várakozásoknak megfelelően alapvető eltérést nem mutatnak az együtthatók, azt azonban igen, hogy az öt csoport közül az 1/c különbözik a többitől legnagyobb mértékben.

1. táblázat. A csapadékmérő állomások klasztereinek egymással való korrelációja

Klasztercsoportok	1a csoport	1b csoport	1c csoport	2a csoport	2b csoport
1a csoport	1				
1b csoport	0,914321	1			
1c csoport	0,898379	0,932412	1		
2a csoport	0,901766	0,884073	0,801395	1	
2b csoport	0,898002	0,917441	0,830898	0,931581	1

### 3.2. A talajvízszint-észlelő kutak adatainak klaszteranalízise

Az adatelőkészítés után összesen 185 észlelőkút bizonyult alkalmasnak a feladat elvégzésére. A kiválasztott észlelőkutak esetében 35 év hosszúságú idősor állt rendelkezésre az 1970–2004. közötti időszakban.

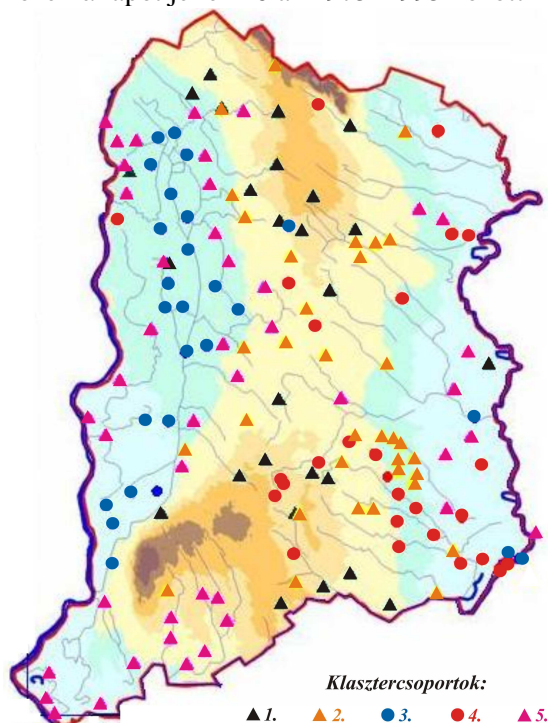


4. ábra. Az egyes csoportokba tartozó észlelőkutak évenkénti csoportátlagai az 1970–2004. közötti időszakban

A klaszteranalízis elvégzése után az észlelőkutak különböző transzformált távolságok mellett, különböző számú csoportokra voltak feloszthatók. A vizsgálat céljának megfelelően – az egymástól jól elkülöníthető csoportokra jellemző hidrográfok meghatározása – a 6 körüli transzformált távolság alkalmazása látszott célravezetőnek. Összesen öt csoport vált elkülöníthetővé, melyek a további vizsgálatok során is elegendő-

nek bizonyultak. Az egyes csoportok időbeli jellegzetességeinek bemutatására a csoportátlagok alkalmasak. Ezeket a 4. ábra szemlélteti.

A csoport-átlagokat mutató görbéken azt látható, hogy a hetvenes évek első felében lényegében a klasztercsoportot alkotó észlelőkutak mindegyikében átlagosan 70 cm körüli vízszint-süllyedés alakult ki, ami 1975-re ugrásszerűen visszaállt az évtized elején megfigyeltékhez közeli szintértékre. Feltűnő, hogy az 1970–1974 közötti csökkenés és az 1975-re bekövetkező ugrásszerű emelkedés mindegyik csoportátlag esetében közel azonos. Ezt követően 1995-ig a klasztercsoportok átlagai különböző intenzitású csökkenést mutatnak. A csökkenés az első csoport esetében ~250 cm, míg a második ~150 cm-t, a negyedik 100 cm-t, az ötödik pedig ~80 cm. A harmadik csoport átlaga (a többitől eltérően) nem mutat számottevő változást, lényegében stagnálásközi állapot jellemző az 1975–1995 közötti időszakban.



5. ábra. Az egyes klasztercsoportokba tartozó észlelőkutak területi elhelyezkedése

Az egyes klasztercsoportokat elemezve megállapíthatjuk, hogy a legnagyobb, 250–300 cm közötti talajvízszint-változás az első klasztercsoport észlelőkútjai környezetében következett be. Az észlelőkutak területi elhelyezkedéséből (5. ábra) arra következtethetünk, hogy a változások több tényező együttesen okozta, melyek közül a legismertebbek a tartós csapadékhiány, a felszín alatti készlet kitermelése, az erdősítés és a mélyedésekben, egykori tómedrekben, semlyékekben összegyülekező vizek többnyire szabályozatlan elvezetése. Az elmúlt évtizedekben tapasztalt aszályos időszakokban a vízhiány mérséklésére a természetes terepalakulatokban (egykori tómedrekben, semlyékekben, azaz „tározókban”) történő vízvisszatartással, illetve a vízkészletek pótlására is vannak példák. Közülük a Szelidi-tó vízpótlására tározott készlet, vagy a Kiskunsági Nemzeti Park által a *turjánvidéken*,

a Peszéradaci rétek területén, a védendő természeti értékek fennmaradása érdekében történő vízvisszatartás emelhető ki. A második, negyedik és ötödik klasztercsoport észlelőkútjai környezetében a talajvízszint süllyedése kisebb. A második csoportban ~150 cm, a negyedikben 100 cm, az ötödikben pedig 80 cm csökkenés mutatkozott. A harmadik csoportban mindössze ~50 cm változás jelentkezett.

A Duna-Tisza köze talajvízjárásának változásai nem egyenletesen, s főleg nem mindig egy irányba mutatóan zajlottak. Az 1985–1987 közötti időszakban az első két csoport vízszintje stagnált, míg a másik három esetében kisebb (~40 cm) emelkedés mutatkozott. Az 1987–1995. közötti időszakban eltérő mértékű talajvízszint csökkenés figyelhető meg az egyes klasztercsoportokban. 1995–2000. között az első klasztercsoport megfigyelő kútjainak vízszintje ~70 cm-t, a másodiké 120 cm-t, a harmadiké közel 60 cm-t, a negyedik és



ötödik klasztercsoport esetében hasonló mértékű, 100 cm-t megközelítő emelkedés látható. A 2000. év szélsőséges időjárási eseményei, a téli-koratavaszi belvízi előtések, majd a rendkívül száraz nyári hónapokat követően mindegyik klasztercsoport esetében – ezúttal a harmadik klasztercsoportot is beleértve – egyetlen év alatt számottevő – átlagosan 100–130 cm vízszintsüllyedés következett be a Duna–Tisza köze területén.

A harmadik klasztercsoport elemzésére külön ki kell térni a klasztercsoport elemeinek (észlelőkútjainak) elhelyezkedése miatt, ami minden bizonnyal meghatározza az észlelt vízszint-adatok változékonyságának – pontosabban a változékonyság hiányának – sajátosságait. A harmadik klasztercsoport megfigyelő kútjai ugyanis a Duna negyedkori árterületén helyezkednek el, amit részben a Hátság területén beszivárgó vizek feláramlási területeként, a Kárpát-medence regionális áramlási rendszerébe illesztve pedig a mélységi vizek feláramlási zónái egyikének ismerünk (Erdélyi M. 1975, Tóth J.–Almási I. 2001, Mádlné Sz. J.–Simon Sz.–Pogácsás Gy. 2005).

A klasztercsoportokon belüli szórást vizsgálva megállapítható, hogy az első klasztercsoportban a legnagyobb, a másodikban és negyedikben is jelentős, a harmadikban és az ötödikben a legkisebb.

A klasztercsoportok korrekt összehasonlíthatósága érdekében az azonos csoportba tartozó észlelőkutak átlagos talajvízszintje (csoportátlag) felhasználásával korrelációszámításra került sor. Ezzel az eljárással két valószínűségi változó közötti lineáris összefüggés számszerű értéke határozható meg (2. táblázat). Miután mindegyik valószínűségi változó (klasztercsoport) mindegyik valószínűségi változóval (klasztercsoporttal) számított korrelációját tartalmazza a táblázat, korrelációs mátrixot kaptunk eredményül.

2. táblázat. A talajvíz-kutak klasztereinek egymással való korrelációja

Klasztercsoportok	1. csoport	2. csoport	3. csoport	4. csoport	5. csoport
1. csoport	1				
2. csoport	0,907	1			
3. csoport	0,001	0,172	1		
4. csoport	0,777	0,844	0,568	1	
5. csoport	0,585	0,823	0,586	0,827	1

A korrelációs együtthatók felhívják a figyelmet arra, hogy a harmadik csoport különül el leginkább a többtől, ami egyébként a diagramokon is tükröződött. Az 1-2, 2-4, 2-5, és 4-5-ös csoportok között páronként jelentős lineáris függést láthatunk.

Az egyes klasztercsoportokba tartozó észlelőkutak területi elhelyezkedése (5. ábra) azt mutatja, hogy az 1. klasztercsoport kútjai jellemzően a Duna–Tisza köze 110 m. B. f. magasság feletti területén, a Hátság legmagasabb térszínein helyezkednek el. Az észlelőhálózat eloszlásának területi egyenetlensége és a vizsgálatok igényelte adatszűrés után kizárt állomások miatt helyenként sűrűbben, máshol ritkábban fordulnak elő. (A Hátság délnyugati részén, az Észak-bácskai lösztábla területén az észlelőkutak kiszáradása miatt megszakadtak a folyamatos mérések, adathiányok jelentkeztek, illetve több észlelőkutat az 1970-es években létesítettek, emiatt ezek a 35 éves folyamatos adatsor meglétére vonatkozó feltételt az adatszűrés idején nem elégíthették ki.)

A 2. és a 4. klasztercsoportba tartozó észlelőkutak többnyire csatornák közelében és a Fehértó–Majさい-belvízöblözet területén helyezkednek el. Az is szembetűnő, hogy a 2. klasztercsoport állomásainak jelentős része az Ős-Duna pleisztocén-kori medrét jelöli ki. (Neppel F. et al 1999). A 3. klasztercsoport megfigyelési pontjai főleg a Duna–Tisza köze nyugati részén, a Duna negyedkori árterületén fordulnak elő. (Közülük egy a Hátságon, további néhány pedig a Tisza völgy síkján látható. Az előbbi a Hátságra minden bizonnyal környezetének hidrogeológiai, illetve beszivárgási viszonyai sajátosságai miatt került.)

Az 5. klasztercsoport kútjai elsősorban a hátság peremvidékén elszórtan helyezkednek el. Többségük a Duna negyedkori árterülete és a Hátság határterületén, az ún. kiáramlási területeken, egyes észlelőkutak pedig a Tisza-völgy síkján helyezkednek el, bár a hátság elvégződése itt nem olyan markáns, mint a nyugati peremvidék déli részén. A csoportba tartozó néhány észlelőkút a Dunához közel, a partmenti térszíneken helyezkedik el. Ezek vízjárását a Duna mindenkori vízállása befolyásolja.

#### 4. Összefoglalás

A Duna–Tisza köze, ezen belül a Homokhátság – mint feszített vízgazdálkodású térség – felszín alatti vízkészletének és a vizek állapotának megfigyelése és értékelése szempontjából az itt tapasztalt talajvízszint-süllyedések, valamint a várható éghajlatváltozás következményei miatt kiemelt figyelmet érdemel.

A Duna–Tisza köze területén mind a csapadék, mind pedig a talajvízszint-idősorok vizsgálata rámutatott az észlelőhálózatok területi sűrűségének, felszereltségének, a megfelelő gyakoriságú és megbízható mérések (mintavételezések), valamint az adatok feldolgozásának fontosságára.

Az 1970–2004. közötti időszak csapadékadatainak klaszteranalízise eredményeként kapott klasztercsoportok rámutattak a Duna–Tisza köze egyes részterületeinek különbözőségére, valamint arra, hogy a korábban kijelölt éghajlati körzetek területi felosztása tovább finomítható.

A talajvízszint-adatok klaszteranalízise eredményeként elkülönített csoportok térbeli elhelyezkedése alapján következtethetünk az egyes csoportok esetében feltételezhető, a talajvízjárást befolyásoló háttértényezők területi elhelyezkedésére. Az észlelőkutak klasztercsoportjai területi elhelyezkedése alapján kijelölhető a csapadékhatásnak leginkább kitett terület, illetve elkülöníthetők azok is, amelyek környezetének talajvízjárása jelenleg a csapadékviszonyok alakulásától kevésbé függ.

#### Irodalom

- Bartholy J.–Weidinger T. 1997: Magyarország éghajlati képe. In: Karátsony D. (szerk.): Pannon enciklopédia. Magyarország földje. Kertek 2000 Kiadó, Budapest
- Erdélyi M. 1975: A magyar medence hidrodinamikája. – Hidrológiai Közöny, 4. pp. 147–155.
- Major P. 1994: A Duna–Tisza közti hátsági terület lefolyási viszonyainak, talajvíz kitermelésének és a talajvízben történő szikkasztásnak hatása a talajvízszint változására. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscsaba. pp. 103–111.
- Mádlné Szőnyi J.–Simon Sz.–Pogácsás Gy. 2005: Felszíni és felszín alatti vizek kapcsolata a Duna–Tisza közti Kelemen-szék és Kolon-tó esetében. Általános Földtani Szemle, 30. pp. 93–110.
- Neppel F.–Somogyi S.–Domonkos M. 1999: Paleogeography of the Danube and its catchment, Regional cooperation of the Danube Countries in the framework of the International Hydrological Programme of UNESCO. *Water Resources Research Center (VITUKI)*, Budapest. 62 o.
- Pálfi I. 1994: Összefoglaló tanulmány a Duna–Tisza közti talajvízszint süllyedés okairól és a vízhiányos helyzet javításának lehetőségeiről. In: A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscs. pp. 111–125.
- Péczeli, Gy. 1998: Éghajlat. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Szalai J.–Nagy Gy. 2006: Az utóbbi évtized időjárási eseményeinek hatása a talajvízszintek alakulására a Duna–Tisza közén. Magyar Hidrogeológiai Társulat XXIV. Országos Vándorgyűl., Pécs, 2006.
- Tóth J.–Almási I. 2001: Interpretation of observed fluid potential patterns in a deep sedimentary basin under tectonic compression: Hungarian Great Plain, Pannonian Basin. *Geofluids* 1. pp. 11–36.
- VITUKI 2006: A Duna–Tisza közti hátság hidrometeorológiai, felszíni és felszín alatti vizeinek mennyiségére vonatkozó mérő- és megfigyelőrendszer működtetése és értékelése. Zárójelentés. VITUKI



# A NAGYALFÖLD ERDEINEK ÁLLAPOTA ÉS HATÁSUK A TALAJVÍZSZINTRE

Móricz Norbert – Berki Imre – Rasztovits Ervin \*

## 1. Az erdők állapota

### 1.1. A múlttól napjainkig

Alföldünk erdeinek állapotával kapcsolatban legalább három időléptéket kell röviden elemeznünk. A történelem során az eredeti vegetációt szinte teljesen átalakították. A löszös erdőssztyep és az ezeket határoló zárt erdők helyén szántóföldeket hoztak létre. A homoki erdőssztyep és homoki tölgyesek nagy részét szántókká és legelőkke alakították, majd szőlőt is telepítettek. A 19. században a még hatalmas árterek (ártéri erdők) megszüntetése is a szántó-, és legelőnyerés érdekében történt, aminek következtében e területek jelentős része másodlagos szikessé alakult.

A 20. században a még természetközeli állapotban megmaradt gyepek és a felhagyott szántók helyére nagy területeken idegenhonos, illetve tájidegen fafajú erdőültetvényeket telepítettek akáccal, fekete- és erdei fenyővel, valamint nemesnyárrakkal.

Néhány évtized óta a klímaváltozás és a talajvíz süllyedés rontja le főleg a tájidegen fafajok egészségi állapotát, de legalább ekkora probléma, hogy a betelepített akác, valamint számos más idegenhonos fafaj (bálványfa, nyugati ostorfa, keskenylevelű ezüstfa, zöld juhar stb.) özőnszerűen terjed a még megmaradt természetszerű erdőkben és még inkább a felhagyott gyepeken, szántóparlagokon és a hullámtereken.

### 1.2. Fafaj-megoszlás, természetességi állapot

Az Alföld erdeinek aktuális állapota számos szerző (pl. Bartha et al 2006) szerint is jelentősen eltér a természetes állapotoktól, a természetszerű erdő és gyeptársulások aránya nagymértékben lecsökkent. A legnagyobb mértékű átalakítást a löszvidékek növényzete szenvedte el, míg a homokvidékeken és a peremterületek ártéri síkjain a természetszerű állapot kisebb területeken máig fennmaradt. Az Alföld erdőterületének több mint kétharmad része tájidegen ültetvény, kisebb részben az őshonos fafajok állományai (kocsányos tölgyesek, hazai nyarasok, folyó menti puha- és keményfa liget-erdők). A védett természeti területeken – elsősorban a hullámtereken – az őshonos fafajok előtérbe helyezésével megkezdtek az erdőszerkezet átalakítást.

A korábbi árterek egy részén dominál a kocsányos tölgyes, kicsi az akác és mérsékelt a nemesnyár részesedése. A Szatmár–Beregi-síkság, a Dráva menti síkság és a Hortobágy ki is tűnik az alföldi tájak közül azzal, hogy erdeinek kb. 80%-a természetközeli faállomány, még a Berettyó–Körös-vidéken és a Nagykunságban is 60–65% ez az érték. A Bodrogek–Rétközben, a Közép- és az Alsó-Tisza-ártéren és a Duna menti síkságon ezzel szemben a nemes nyarak dominálnak.

A homokvidékeken uralkodó elterjedésű az akác. Nyírségbeli részaránya eléri az 56 %-ot, és mivel itt magas a fenyő- és nemesnyár ültetvények aránya is, ezért nem meglepő, hogy a Nyírségben a tájidegen erdők aránya 84%. A Duna–Tisza közti hátsá-

---

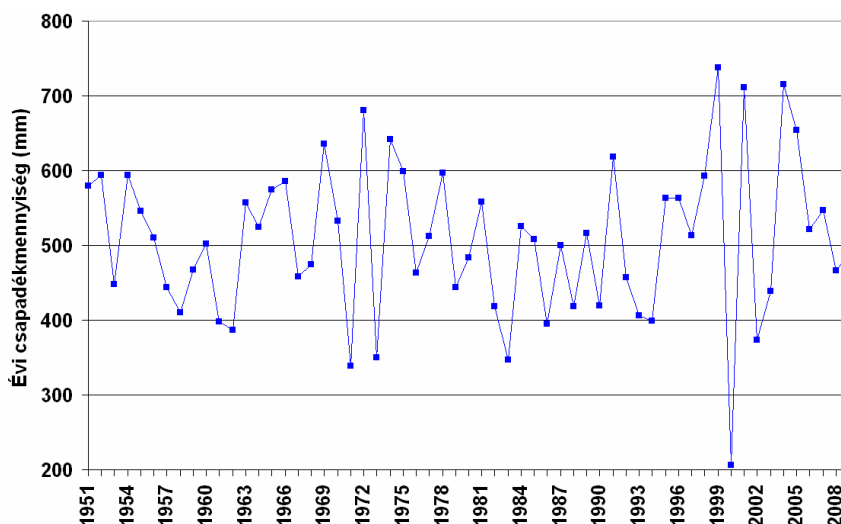
\* Móricz Norbert doktorandusz, Dr. Berki Imre kandidátus, egyetemi docens, Rasztovits Ervin tanszéki mérnök, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet

gon is 81% ez az arány. A legkevesebb természetszerű erdő mégis a Mezőföld déli kistáján, a Tengelici-homokvidéken található 87%-os tájidegen erdő aránnyal.

A löszös tájak igen kevés erdeinek 60–70%-a tájidegen ültetvény, a Mezőföldi-löszháton és a Bácskában az akác, a Hajdúságban pedig a nemesnyár dominanciájával. A Körös–Maros közén ugyanakkor – főleg a mélyebb fekvésű területek számottevő részesedése miatt – több a tájhonos faállomány (elsősorban kocsánytalan tölgyes), mint a tájidegen erdő.

### 1.3 Az alföldi erdők egészségi állapota

Az erdők egészségi állapot romlásának okaként legtöbbször a változó klíma, az aszályos periódusok jönnek szóba. Az 1. ábrán jóllehet a hőmérséklet változását nem ábrázoltuk, csak egy alföldi város éves csapadékösszegének időbeli változását, és azt állapíthatjuk meg, hogy Szegeden a csapadéknak nincsen tendenciózus változása, viszont főleg az utóbbi másfél évtizedben felerősödött az ingadozás.



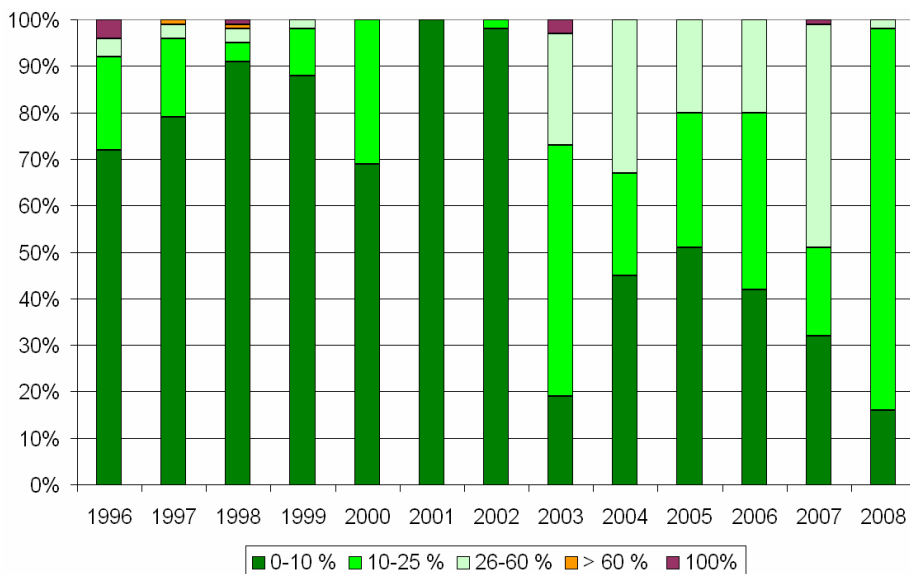
1. ábra. Szeged évi csapadékmennyiségének változása 1951 és 2009 között  
(Forrás: [www.ncdc.noaa.gov](http://www.ncdc.noaa.gov))

Az aszályos években romló, vagy stagnáló egészségi állapot figyelhető meg. Kedvezőtlen klimatikus körülmények esetén a monokultúra jellegű állományokban fertőznek a biotikus károsítók – 2007–2008 években pl. az akác gubacsszúnyog a Duna–Tisza közén és az Alföld északi részén okozott károsítást. Szinte minden évben a tölgyek és az akác van a legkedvezőtlenebb állapotban (Stuller 2009).

Az országos egészségi állapot változás tendenciájához hasonlóan az Alföldön is a 2000–2003 jelentette a közelmúlt legaszályosabb periódusát, ami jelentősen visszavetette az alföldi erdők fafajainak egészségi állapotát, de 2004-től napjainkig javuló tendencia figyelhető meg. A fontosabb fafajok egészségi állapotát Horváth L. és munkatársainak (2009) értékelése alapján foglaljuk össze.

**Tölgyek.** Az alföldi kocsányos tölgyek egészségi állapotában kisebb nagyobb ingadozások mutatkoztak az utóbbi években. Ez elsősorban az állományokat ért rovarkárosítások évenkénti változásával magyarázható. Az átlagos lombvesztés 10–20 % körül

alakult. Ebben a régióban is jelentkezett 2003–2005 között a gyapjaslepke tömegszaporodásából adódó nagyobb mértékű lombvesztés. Ezen kívül a leromlásos megbetegedések, és az ennek nyomán jelentkező másodlagos károsítók, kórokozók is hatással voltak az egészségi állapotra. A kocsányos tölgyel ellentétben a csertölgyön szinte alig mutatkozott kár, kivéve a gyapjaslepke rágásából eredő lombvesztést. Ezt a károsodást azonban a csertölgy az egyéb tölgyekkel szemben néhány hét alatt kiheverte.



2. ábra. A Püspökladány (21/F) kocsányos tölgyes levélvesztése kategóriák szerint (Horváth et al. 2009 nyomán)

**Fenyők.** A Duna–Tisza-közi homokvidéken álló erdei fenyők egészségi állapota kielégítő. Az átlagos lombvesztés évről-évre 30 % körül alakul, amely elsősorban a tűleveleken és hajtásokon élő különféle kórokozók folyamatos jelenlétével magyarázható. Ezen kívül gyakori és jellemző tünet az idősebb tűlevelek idő előtti lehullása, ami a száraz, meleg időjárás hatására bekövetkező természetes védekezési mechanizmusnak tekinthető. Az alföldi homokon álló feketefenyők egészségi állapota jónak mondható, bár lokálisan kialakultak kisebb epidémiák.

**Hazai nyarak.** Az alföldi erdők jellegzetes nyarainak egészségi állapota alig változóan jó, lombvesztésük évről-évre 5–10 % körüli alakul.

#### 1.4. Erdőtüzek az Alföldön

A nyári időszakokban a hosszabb csapadéktelen, száraz-meleg időjárási viszonyok következtében az erdei lomb- és tűlevél avar – a lehullott ágakat is beleértve – teljesen kiszáradhat, és ezek kaphatnak lángra a felelőtlenül meggyújtott tüzek hatására, jellemzően a július–szeptemberi időszakban. Az országos elemzések azt mutatják, hogy a nyári tüzek nagy része az Alföldön, ott is leginkább Bács–Kiskun és Csongrád megye fenyveseiben jellemző. Becslések szerint a hazai erdőtüzek 99%-a emberi gondatlanság és szándékosság miatt keletkezik, ugyanis a hazai klimatikus és erdőállomány viszonyok között természetes okból egyáltalán nem, vagy csak elvétve alakul ki erdőtüz (Debreceni 2009).

### 1.5. Az erdők produkciója

Az 1993-ban induló Faállományok Növekedésének Megfigyelése (FNM) Program keretében 5 évenként mérik az erdei fafajok növedékét (Kolozs L. et al 2009). Az Alföldre is érvényes az eddigi mérések eredménye, miszerint hazánkban, sőt még inkább Európa tőlünk nyugatabbra és északabbra fekvő részében tapasztalható a fák nagyobb növedéke, amit több szerző a légkör növekvő szén-dioxid tartalmával hoz összefüggésbe.

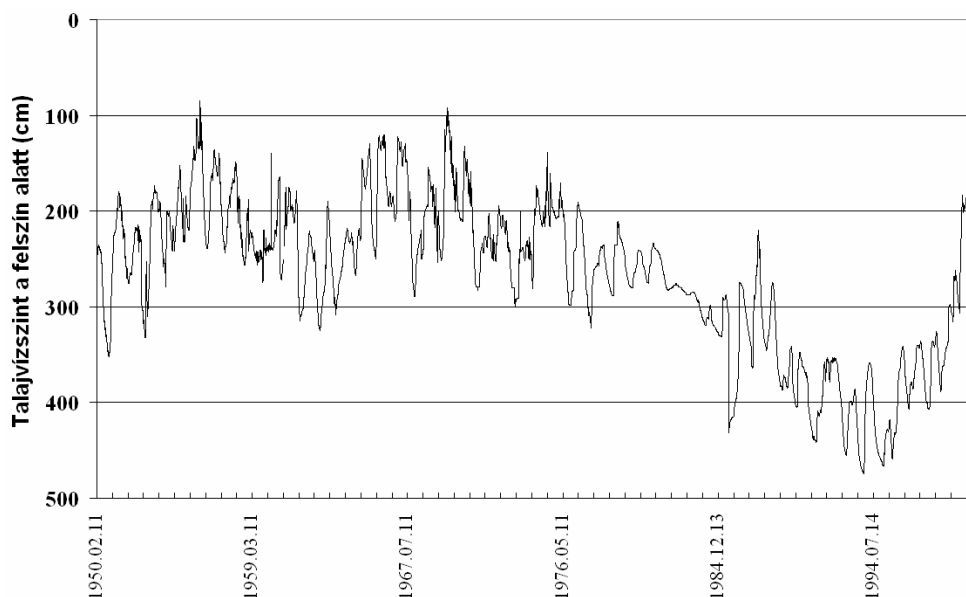
### 2. Kocsányos tölgyes hatása a talajvízszintre

Az alföldi erdők talajvízszintre gyakorolt hatását egy rövid szakirodalmi ismertetéssel, majd egy Nyíregyházától északra található kocsányos tölgyes és a közelében levő szántóparlag alatti talajvízszint összehasonlító elemzésével mutatjuk be.

Az erdő nagy hatással van a hidrológiai ciklus elemeire, például az intercepcióra, a párolgásra, a lefolyásra, ezáltal nagy vízgazdálkodási jelentőséggel bír. A természetvédelem, a vízügy, a mezőgazdaság, a vízellátás és nem utolsósorban az erdőgazdálkodás szemszögéből nézve is fontos az erdők vízforgalomra gyakorolt hatásának vizsgálata. Különösen igaz ez a síkvidéki, talajvízfüggő területek erdőállományaira.

A páros vízgyűjtő kísérletek eredményei alapján az erdők vízfogyasztása általánosságban nagyobb, mint az egyéb felszínborításoké. Azonban a kísérletek csak a változás irányában egyeztek, a mértékében viszont nem (Andressian 2004). Talajvízfüggő területek lokális kutatási eredményei is jórészt az erdők nagyobb párologtatásáról számoltak be, mint az egyéb növényzeti típusok esetében (Nachabe 2005). Néhány kutatás viszont nem talált lényeges eltérést az erdő és egyéb felszínborítás vízfogyasztása között (Járó-Sitkey 1995, Roberts–Rosier 2005).

Hazánkban hosszú ideje vita tárgyát képezi a Duna–Tisza-közén tapasztalt talajvízszint csökkenés (3. ábra) és az erdők területnövekedésének kapcsolata.



3. ábra. A Soltvadkert 1409. sz. kút talajvízszintjének alakulása 1950–2000 között  
(Forrás: [www.vizadat.hu](http://www.vizadat.hu))

Számos kutatás (Major 1993, Pálfi 1993) a növekvő erdőterületek miatt bekövetkező transzspiráció-növekedést tette felelőssé a talajvízszint lesüllyedéséért. Néhány tanulmány viszont a csapadék csökkenését és a túlzott vízkitermelést említi (Járó 1992, Szodfridt 1992, Járó-Sitkey 1995) a kedvezőtlen helyzet kialakulásáért. Egy talajvízháztartás modellel végzett elemzés 80%-ban az időjárás megváltozását, 13%-ban az erdősítést és 5%-ban a belvízcsatornák hatását tette felelőssé a homokhátsági talajvízszintek süllyedéséért (Völgyesi 2006).

Rakonczai (2006) kiemelte, hogy a Duna–Tisza-köze talajvizeinek utánpótlódásában csak a csapadéknak van meghatározó szerepe (a magasabb területek felől nincs lehetőség felszín alatti szivárgásra), s a folyók hatása is csak egy korlátozott sávban mutatható ki. Ez a klímára való érzékenységet támasztja alá, azonban a terület szárazodását kiváltó tényezők közül megemlíti még a fokozódó rétegvíz-kitermelést, a csapadékhiány miatti jelentősebb öntözési tevékenységet, a csatornák és egyéb vízmentesítő létesítményeket és földhasználati változásokat.

Az alföldi erdőállományok egy jelentős része talajvízfüggő termőhelyen található, melyek jellemzően negatív vízháztartású területek, így a hiányzó nedvesség mennyiséget általában a sekély talajvízből pótolják. Az Alföldön az elmúlt század során jelentősen növekedett az erdővel borított területek nagysága és további erdősítések várhatóak, melyek minden bizonnyal befolyásolni fogják az elérhető talajvízkészleteket. Az előrejelzett klimatikus változások következtében az evapotranszspirációs kényszer várhatóan emelkedni fog, mely a talaj felső rétegeinek erőteljesebb kiszáradása következtében a talajvíz-készletek fokozottabb igénybevételét vonja maga után.

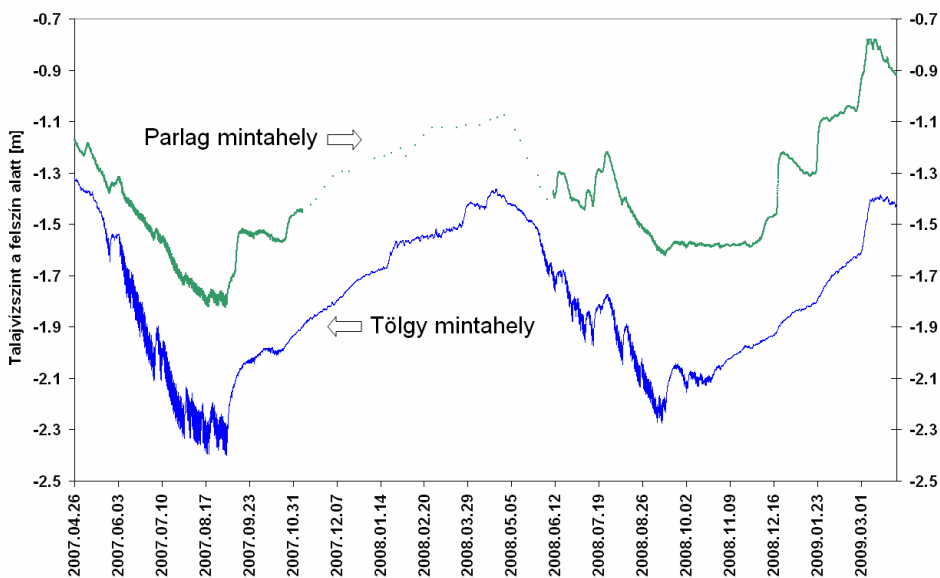
A talajvízfüggő erdőállományok vízháztartásra gyakorolt hatása azok vízforgalmának komplex elemzésével válaszolható meg, melyre leginkább vízforgalmi modellek alkalmasak. Egy nyírségi kocsányos tölgyes és egy közeli parlagterület vízforgalmi összehasonlítását, mint esettanulmányt mutatjuk be az alábbiakban.

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Környezet- és Földtudományi Intézetében folyt kutatás során egy kocsányos tölgyes és egy parlagterület vízforgalmát vizsgáltuk egy sekély talajvízű környezetben terepi mérések alkalmazásával. Mindkét mintahelyen a vízforgalmi modellezés alapadataként szerepeltek vegetációs jellemzők (levélfelület index, vertikális gyökerprofil), talajjellemzők (pF-görbe) valamint meteorológiai változók.

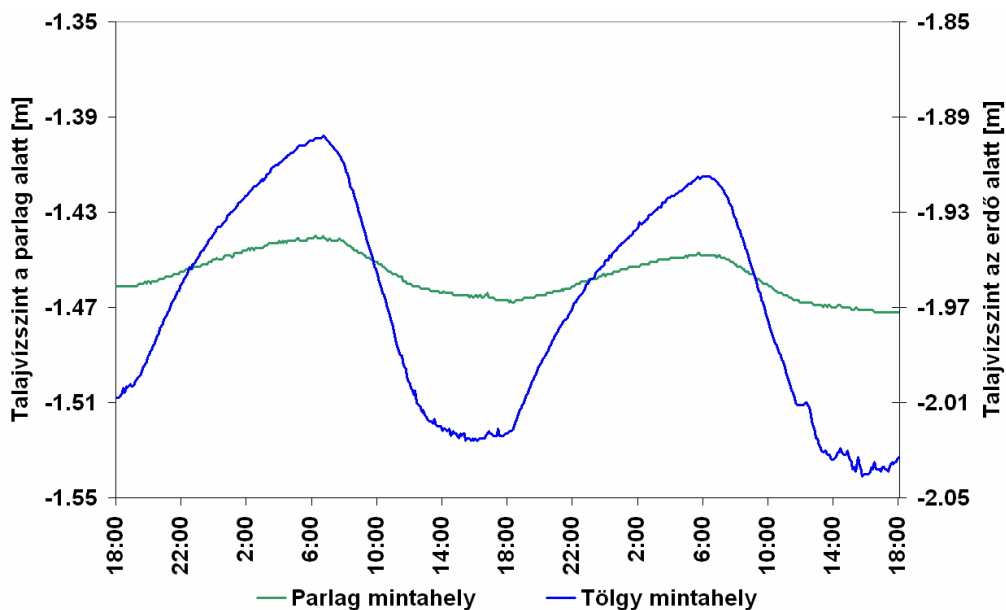
A vízforgalom összetevőit és a két felszín talajvíz-fogyasztását egydimenziós hidrológiai modell (Hydrus 1-D, Simunek et al. 2005) alkalmazásával és egy talajvíz-fluktuációs módszer (Gribovski et al. 2008) segítségével határoztuk meg.

A modellben napi időlépcső szerint a potenciális transzspirációt, a potenciális evaporációt, a talajba beszivárgó víz mennyiségét, a talaj hidraulikus paramétereit, a gyökér vertikális megoszlását és az alsó határfeltételt szükséges megadni. A párolgást a Penman-Monteith egyenlet segítségével becsültük, az alsó határfeltételt a háttérből történő utánpótlódás alapján számítottuk. A csapadék intercepciót a tölgyes esetén a Gash (1979), míg a parlagterület esetén egy napi csapadékon alapuló módszer segítségével számítottuk. A modellezés ellenőrzését és kalibrálását szolgálta a több szintben végzett talajnedvesség, valamint talajvízszint mérése (4. ábra).

A vegetációs időszak csapadékmentes időzakaiban egy határozott napi fluktuáció látható a felszín közeli talajvizekben (Gribovski et al. 2008a). A jelenség oka leggyakrabban a vegetáció transzspirációja (5. ábra).



4. ábra. A talajvízszint változása kocsánytalan tölgyes és parlag alatt 2007. május és 2009. március között



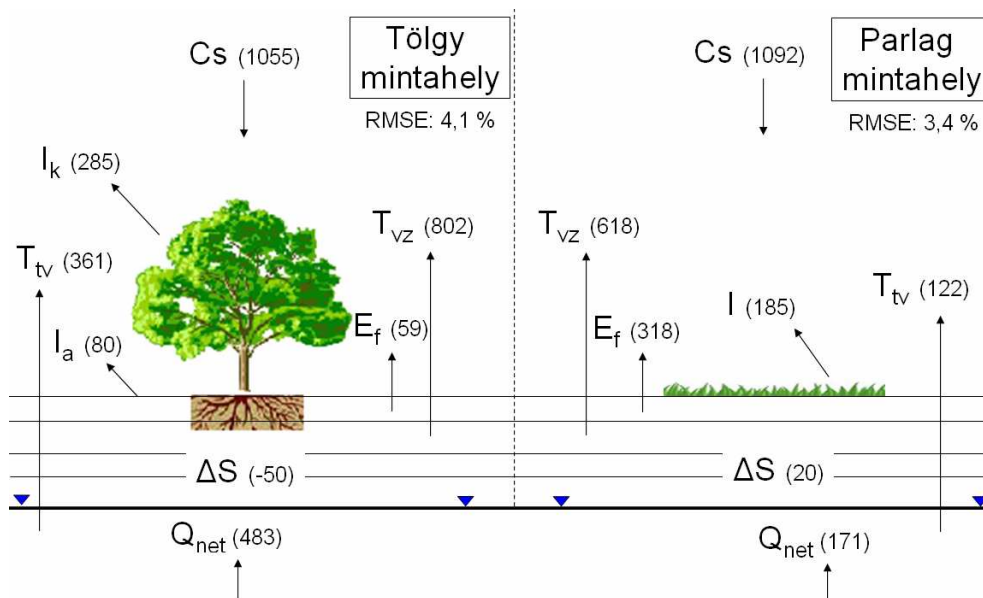
5. ábra. A talajvíz-fluktuáció az erdei és parlag mintahelyen 2007. június 27. és június 29. között

A vegetáció transzspirációs igényét részben a helyben található talajvíz, részben pedig a háttérből származó utánpótlódás elégíti ki. Egy tipikus száraz nyári napon a maximális talajvízállás a reggeli, a minimális a késő délutáni órákban alakul ki. A nap-pali órákban a párolgási kényszer növekedése miatt a transzspiráció értéke meghaladja a háttérből történő utánpótlódást, így a talajvízszint süllyed. A késő délutáni órákban a

talajvízszint rövid időre állandósul, ekkor az utánpótlódás nagysága megegyezik a növényzet transzpirációs igényével. Az éjszakai órákban a transzspiráció jelentősen lecsökken, és így a talajvíz emelkedni kezd, míg a reggeli órákban a süllyedés előtt rövid időre ismét állandósul. Minél határozottabban jelentkezik a napi hullámozás, annál nagyobb mértékben használja a vegetáció az utánpótlódásból származó vízkészleteket.

A talajvíz-fogyasztást nagy gyakorisággal mért talajvízszintek alapján becsültük. A Gribovszki et al. (2008) által kidolgozott módszer egy egyszerűsített vízmérleg és a talajvízmozgás Darcy-féle megközelítése alapján számítja az evapotranszpirációt, a talajvízszintek napi periódusú fluktuációját felhasználva.

A modell eredmények alapján, a tölgy mintahelyen az evapotranszpiráció 27,7 %-al volt nagyobb a kétéves vizsgálati periódus alatt, mint a parlagterületen (6. ábra).



6. ábra. A tölgy és parlag mintahely vízforgalmi komponensei (mm).

Cs: csapadék,  $I_k$ ,  $I_a$ : korona és avar intercepció,  $T_{tv}$ : talajvíz-fogyasztás,  $T_{vz}$ : telítetlen zóna párolgotatása,  $E_f$ : talajfelszín párolgás,  $Q_{net}$ : talajvíz-utánpótlódás,  $\Delta S$ : talaj vízkészlet-változás

A vízforgalmi komponenseket tekintve a parlag intercepció vesztesége alig fele volt az erdőben becsültnek, mely elsősorban az erdő csapadékesemények közbeni nagyobb intercepció párolgásának tulajdonítható. A parlag transzspirációja mindössze 2/3-a volt a tölgy mintahelyen becsültnek, mely elsősorban a mélyebb gyökérzetnek és a magasabb levél-felület indexnek volt köszönhető. A tölgy mintahely talajvíz-fogyasztása több mint háromszorosa volt a parlagterületen tapasztaltaknak a két év során. A talajfelszíni párolgás sokkal kisebb volt az erdőben (a parlag 18 %-a), mely a tölgy mintahely avartakarójának kedvező párazáró hatásának tulajdonítható.

A szimulált vegetációs idejű evapotranszspiráció eredményeket összehasonlításra kerültek a MODIS felszínhőmérsékleti adatbázis felhasználásával becsült párolgás értékeivel. A modell aktuális evapotranszspirációja mintegy 4 %-kal volt kisebb a hasonló mintaterületeken – MODIS felszínhőmérséklet alapján – becsült értéknél.

## Irodalom

- Andressian, V. 2004: Waters and forests: from historical controversy to scientific debate, *Journal of Hydrology*, 291: 1–27
- Bartha D.–Berki I.–Király G.–Kolozsár J. 2006: Az erdészeti tájak természetföldrajzi jellemzése és a faállományok területaránya. In Halász G. (szerk.): Magyarország Erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 154 o.
- Debreceni P. 2009: Erdőtűzek Magyarországon. In: Erdővédelmi Mérő- és Megfigyelő Rendszer 1988–2008. (szerk. Kolozs L.) MGSZH Központ Erdészeti Igazgatóság, Budapest, 149 o.
- Gash, J.H.C. (1979): An analytical model of rainfall interception by forests. *Quart.I.R.Met.Soc.* 105: 43–45.
- Gribovszki, Z.–Kalicz, P.–Szilágyi, J.–Kucsara, M. 2008: Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations, *Journal of Hydrology*, 349: 6–17.
- Horváth L.–Illés G.–Koltay A.–Manninger M.–Sitkey J.–Tobisch T. 2009: EVH II. Szint, Intenzív monitoring. In: Kolozs L (szerk.): Erdővédelmi Mérő- és Megfigyelő Rendszer 1988–2008. MGSZH Központ Erdészeti Igazgatóság, Budapest, 149 o.
- Járó Z. 1992: A talaj szerepe az Alföldfásítás múltjában és jövőjében. In: Rakonczai J. (szerk.): A Nagyalföld alapítvány kötetei 2. Az Alföld fásítása, 41–46
- Járó Z.–Sitkey J. 1995: Az erdő és talajvíz kapcsolata. *Erdészeti kutatások*, 85: 35–46
- Kolozs L. 2009: Faállományok Növekedésének Megfigyelése. In: Erdővédelmi Mérő- és Megfigyelő Rendszer 1988–2008. (szerk. Kolozs L.) MGSZH Központ Erdészeti Igazgatóság, Budapest, 149 o.
- Major P. 1993: A Nagy-Alföld talajvízháztartása, *Hidrológiai közlöny*, 1: 40–43
- Nachabe, M.–Shah, N.–Ross, M.–Vomacka, J. 2005: Evapotranspiration of two vegetation covers in a shallow water table environment, *Soil Sci.Soc.Am.J.* 69: 492–499
- Pálfi I. 1993: Talajvízszint-süllyedés a Duna-Tisza közén, *Vízügyi közlemények*, 4:431–434
- Rakonczai J. 2006: Klímaváltozás – aridifikáció – változó tájak. In: Kiss–Mezősi–Sümegehy (szerk.): Táj, környezet és társadalom. 593–601.
- Roberts, J.–Rosier, P. 2005: The impact of broadleaved woodland on water resources in lowland UK: I. Soil water changes below beech woodland and grass on chalk sites in Hampshire. *Hydrology and Earth System Sciences*, 9(6): 596–606
- Šimunek, J.–van Genuchten, M.T.H.–Šejna, M. 2005: The Hydrus-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media. Version 3.0, HYDRUS Software Series 1, Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, CA, 270 o.
- Stuller Z. 2009: Erdővédelmi hálózat. In: Kolozs L. (szerk.): Erdővédelmi Mérő- és Megfigyelő Rendszer 1988–2008. MGSZH Központ Erdészeti Igazgatóság, Budapest, p. 149.
- Szodfridt I. 1992: Az alföldi erdőgazdálkodás és vízgazdálkodás kapcsolata. In: Rakonczai J. (szerk.): A Nagyalföld alapítvány kötetei 2. Az Alföld fásítása, 47–52.
- Völgyesi I. 2006: A homokhátság felszínalatti vízháztartása. Vízpótlási és visszatartási lehetőségek. MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. Pécs.



# BELVÍZI JELENSÉGEK AZ ALSÓ-TISZAI VÍZGYŰJTŐKÖN AZ 1955–2010. KÖZÖTTI IDŐSZAKBAN

*Kozák Péter\**

## 1. Bevezetés

A belvízi esemény a medence jellegű vízgyűjtők esetében természeti tényezők függvényében megjelenő jelenség. A keletkező károk egyrészt a természeti tényezők következtében előálló belvíz terhelés hatására, a területhasználat eredményeként kialakuló érzékenység területi eloszlása alapján következnek be. A belvizek okozta károk kialakulásában meghatározó a belvízi elöntések okozta terhelés, melynek hatását a területhasználat felerősíteni, illetve mérsékelni képes. A belvízi elöntések szakirodalmi hivatkozásai és a gyakorlati tapasztalatok alapján legnagyobb mértékben a télvégi-kora tavaszi időszakban jelentkeztek. Az elöntés mértéke alapján a nyári és az őszi belvizek tekinthetők relevánsnak. A 2010–2011. évben tapasztalt rendkívüli időjárás és annak következtében bekövetkezett belvízi események ismét ráirányították a figyelmet a belvizek kialakulásának kérdéskörére. A belvíz okozta károk csökkentését és megelőzését leghatékonyabban a kialakulást meghatározó tényezőkön keresztül lehetséges végrehajtani.

Jelen tanulmány elsődleges célkitűzése, hogy a 2010–2011. évben tapasztalt belvízi eseményekről áttekintést nyújtva megossza a tapasztalatokat a belvizek kezelésével kapcsolatban, és ezáltal a rendelkezésre álló lehetőségek körét bővítse, a belvizek okozta károk mérséklését elősegítse.

## 2. Definíciók

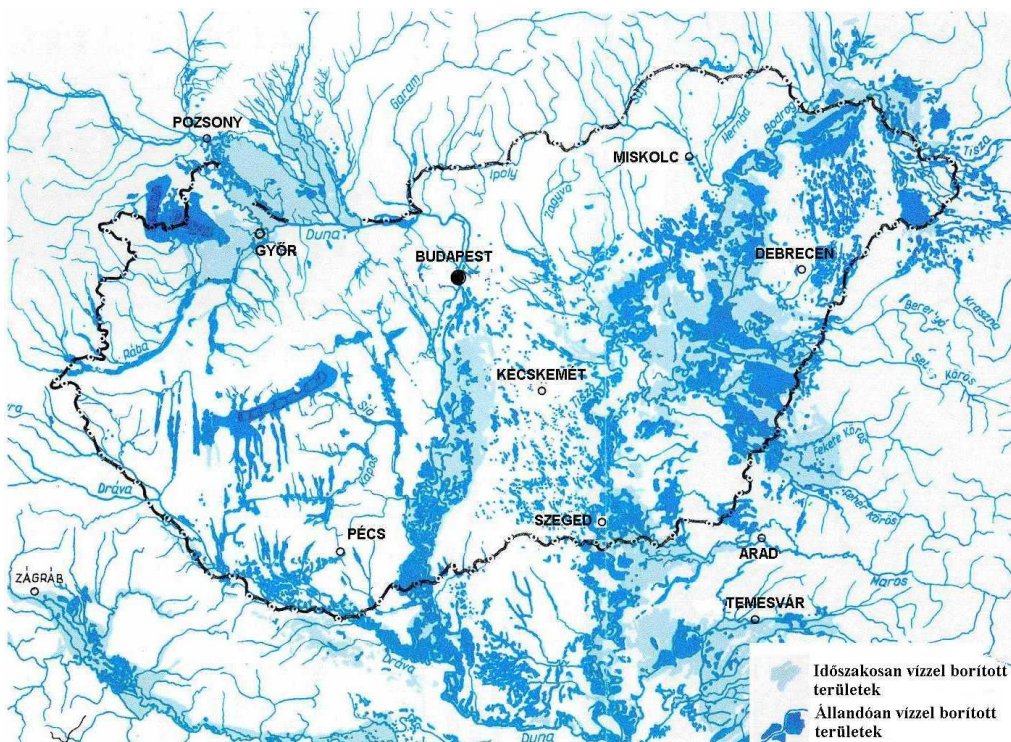
A belvizek a Kárpát-medence vízrajzának természetes részeként hozzátartoztak az itt élők életéhez, az árvízi elöntésekkel sokszor keveredve okoznak rendkívüli kiterjedésű elöntéseket. A folyamszabályozási munkák 1846. évi megkezdése előtt az alföldi elöntésekhez igazodva/alkalmazkodva folytatták gazdálkodásukat a lakosok.

A mezőgazdaság igényeinek folyamatos növekedéséhez kapcsolódóan indultak meg azon folyamszabályozási munkálatok, melyek következtében a térség mai vízfolyás hálózata kialakult. A szakirodalmi hivatkozások közül néhány a belvizek kialakulását a folyamszabályozási tevékenységekhez kötik (Pálfai 2001). Mivel a szabályozások előtti időszakból kevés szakmai hivatkozás maradt fenn, így biztonsággal nem jelenthető ki, de az 1. ábra alapján feltételezhető, hogy a belvízi elöntések korábban is okoztak elöntéseket (amiket a térképen ideiglenesen elöntött területekként ábrázoltak) – azonban ennek akkor nem volt jelentősége. Az egykor vízjárta területek térképe és a belvízi gyakorisági térkép Alsó-Tisza vidékére elkészített összevetésével igazolható (2. ábra), hogy a belvíz a folyamszabályozási munkák megkezdése előtt és azok befejezését követően is jelentős területeket veszélyeztettek, melyek súlypontjai jelentősen nem tértek el.

A belvíz meghatározására a hazai szakirodalom több mint 50 definíciót tartalmaz, melyeket Pálfai Imre gyűjtött össze (Pálfai 2001). A meghatározások nagy száma mutatja, hogy a jelenség rendelkezik hatásokkal a vízgazdálkodás, a mezőgazdaság, a terü-

---

\* Dr. Kozák Péter, igazgató, PhD, Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság

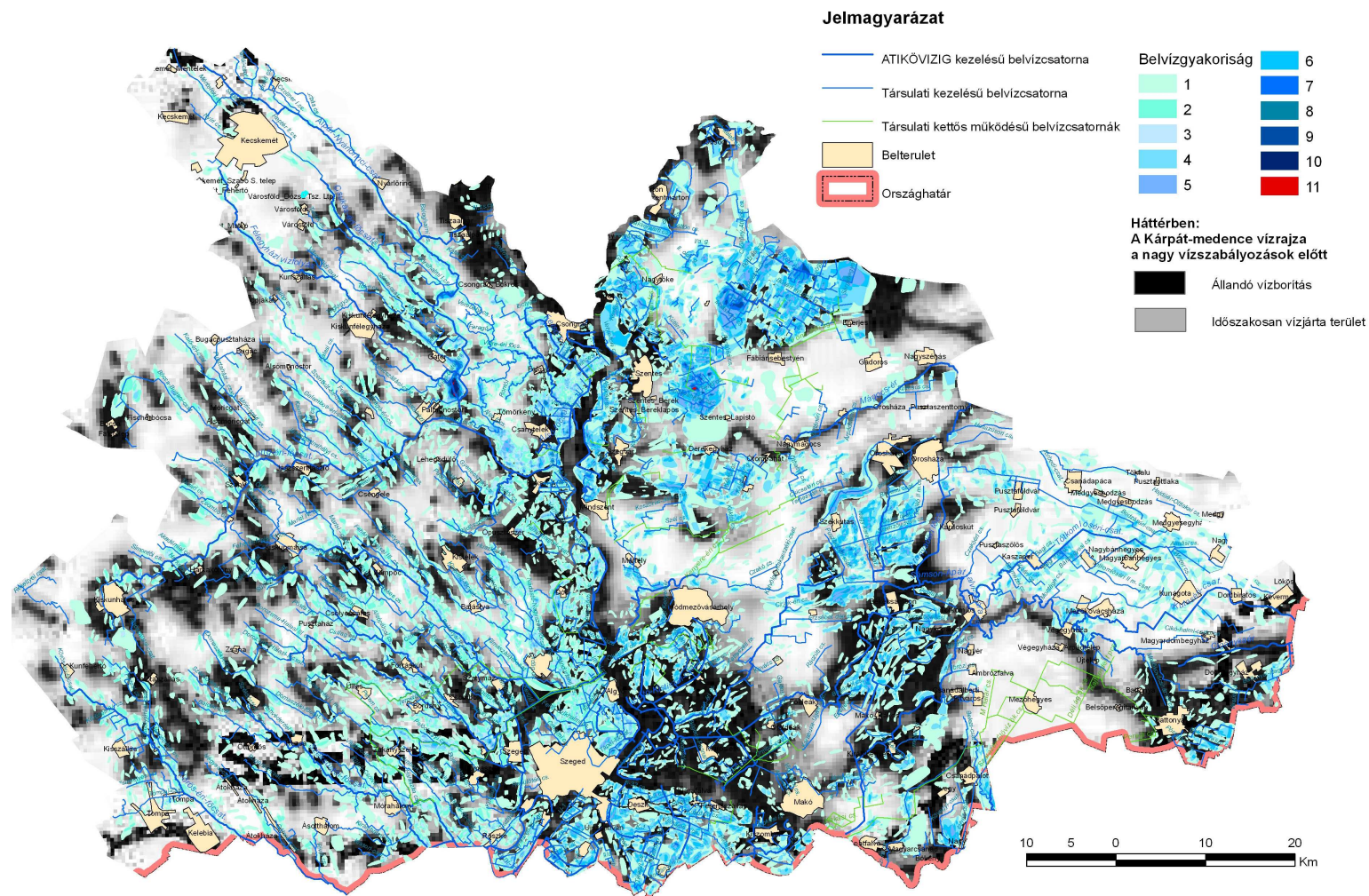


1. ábra. Vízjárta területek a folyamszabályozási munkák megkezdése előtt (Szlávik 2009)

letfejlesztés vagy akár a közgazdaságtan területére vonatkozóan. A definíciók általában az adott szakterülettel kapcsolatos jellemzőket helyezik előtérbe. Legjelentősebb eltérés a szabadfelszínű elöntések létrejöttének nevesítésében van. A vízügyi gyakorlat a szabadfelszínű elöntésekkel kapcsolatban nevesíti a belvízi elöntéseket, míg az agrárium tekintetében elsősorban a telített talajok okoznak károkat. A fenti két megközelítést jól ötvözi az alábbi definíció (Kozák 2006): *a belvív, a talaj olyan víztöbblete, mely egyrészt a talaj felső rétegeit – a levegő kiszorításával – kétfázisúvá teszi, másrészt nagy tömegben a terep lokális mélyedéseiben összefüggő, lefolyás nélküli szabad vízfelszínű elöntéseket eredményez.*

A belvízi elöntések területi megjelenését alapvetően a mikrodomborzat elemei határozzák meg. A fenti definíció alapján levezethető, hogy a belvízi elöntések létrejöttében meghatározó a területi összegyülekezést követő lefolyások megszűnése, illetve a lefolyásokban tapasztalt bármilyen zavar. A belvízi elöntések a mikrodomborzathoz igazodva nagy felülettel és csekély vízmélységgel jelennek meg a területen. Ezek alapján az ATIKÖVIZIG területén 2011. január 16-án regisztrált maximális belvízi elöntésben (87850 ha), mintegy 88 millió m<sup>3</sup> területen tározott vízmennyiséget jelent. A belvízi elöntések kiterjedésének üzemzerű napi észlelése jelenleg is a terepi szemléket követő becslésekkel történik, annak ellenére, hogy az távérzékelési, vagy műhold felvételek alapján nagy pontossággal becsülhető lenne.

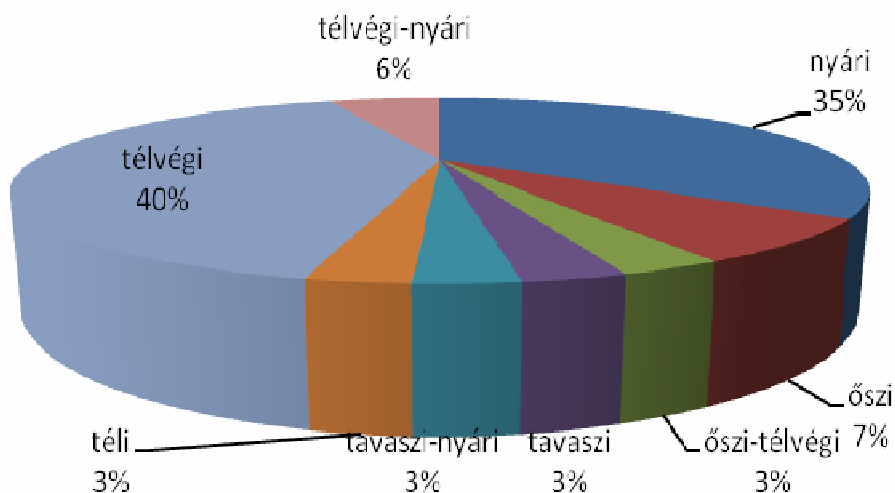
A belvízi elöntések kialakulásával kapcsolatban mérnöki megközelítés a felszíni összegyülekezés szerepére helyezi a hangsúlyt. A vízelvezető rendszerek méretezéséhez alkalmazott modelleket (Kienitz 1974). A felszíni összegyülekezés a belvízképződés



2. ábra. A vízszabályozási munkák előtti vízjárta területek és az Alsó-tiszai belvízgyakoriság egybevetése

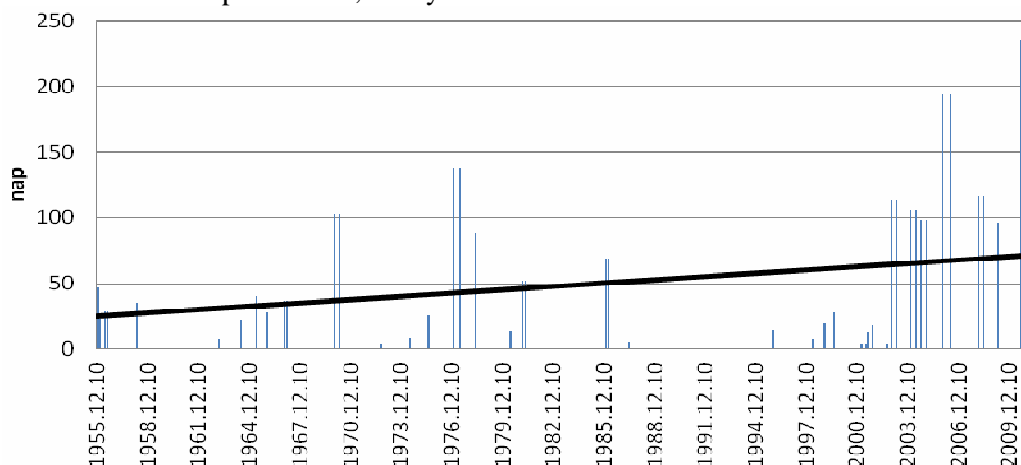


egyik lehetséges „útvonala”. Másik útvonalként a megemelkedett talajvízszintek következtében kialakuló, a felszín felé mutató irányt kell megnevezni (Kozák 2006). Az „alulról” érkező belvizek kezelését a jellemzően a természettudományos megközelítés hangsúlyozza. A mérnöki személet a korábbi szakirodalmi hivatkozásokban nem vizsgálta ennek hatását, a megemelkedett talajvízszintek szabályozását helyi hatású talaj-csőhálózatokkal oldották meg.



3. ábra. A belvízi időszakok típusonkénti megoszlása 69 db belvízi esemény alapján az ATIKÖVIZIG működési területén (1955–2010)

A belvizek előfordulását alapvetően a télvégi–tavaszi, nyári, illetve az őszi időszakokhoz kötötték. Az Alsó-tiszai vízgyűjtő belvízi 1955–2008. között észlelt belvízi eseményeinek feldolgozása alapján megállapítható, hogy a hagyományos időszakok mellett jelentősek a több időszakon áthúzódóan megjelenő belvízi szituáció (3. ábra). A belvíz védekezési időszakok hosszában 2000-től kezdődően egy folyamatosan növekvő tendencia tapasztalható, amely a 4. ábrán kerül bemutatásra.



4. ábra. A belvízi időszakok hossza és annak trendje az Alsó-tiszai vízgyűjtőkön (1955–2010)

A belvizek kialakulását befolyásoló tényezők közül természeti és antropogén jellegűeket különböztethetünk meg. A belvízi jelenség kialakulását befolyásoló természeti tényezők az alábbiak:

- meteorológiai tényezők: hőmérséklet, csapadék,
- domborzat: tengerszint feletti magasság, a terület tagoltsága, konvexitás,
- talaj: vízáteresztő képesség (infiltráció), szerkezet, tározóképeség, fizikai féleség,
- hidrogeológia: a talajvíz mélysége, ingadozása,
- földtani adottságok: talajképző kőzet, vízzáró réteg előfordulása.

A belvízi jelenség kialakulását befolyásoló főbb antropogén tényezők az alábbiak:

- vízrendezés: belvív-csatornázottság, melioráltság,
- földművelés: öntözés, agrotechnika, termesztett növény típusa,
- beépítettség változása, belterületek növekedése.

A különböző tényezők hatásainak meghatározását jelentős mértékben befolyásolja, hogy a belvízi jelenségek általában több tényező együttes hatására keletkeznek. A jelenség kialakulását „készlet” oldalról a csapadék tevékenység, illetve a talajvízszintek helyzete határozza meg, míg a „kiadási” oldalon legjelentősebb mértékben a párolgás és a beszivárgás befolyásolja leginkább a belvízi elöntések kiterjedését.

Az ATIKÖVIZIG működési területén a 2010–2011. évi belvízi időszakban tapasztalt maximális belvízi elöntés időpontjához (2011. január 16.) tartozó vízforgalmi vizsgálat alapján a belvízre csökkenésére gyakorolt hatásokat a következőkben határoztuk meg: szivattyúzás 14%, párolgás 78%, beszivárgás 8%. (A beszivárgás alacsony értékének háttérében a 2010-es év rendkívüli csapadéka miatt kialakuló talajtelítettség valószínűsíthető.)

A vizsgálati időpontban a befogadó folyók magas vízállásai miatt a rendszerekből gravitációs vízelvezetés nem volt lehetséges, így csak a torkolati szivattyútelepek működtetésével volt lehetséges az érkező vizek folyókba történő beemelése. Ennek következtében a gravitációs vízelvezetés nem szerepelt a vizsgálati tényezők között. A fentiek alapján megállapítható, hogy a belvizek megszüntetésében az antropogén (szivattyúzás) hatások a rendszerek szempontjából korlátozottak, a teljes rendszer víztelenítésére – az adott maximális belvízterhelés mellett – nem képesek, így szerepük jellemzően a belterület víztelenítésében van. A külterületi, mezőgazdasági művelési területek víztelenítésében a természeti tényezők hatásai a meghatározók. Ennek alapján jelentősen felértékelődik egyrészt az antropogén vízelvezető hálózat elvezetést befolyásoló állapota, másrészt a belvizek csökkentésében szerepet betöltő természeti tényezők aktuális „elvezetési potenciálja”. Ennek kapcsán feltétlenül szólni kell a megfelelő mezőgazdasági gyakorlatra (lásd. Birkás M. tanulmányát a jelen kötetben). Ugyanis a nagyüzemi mezőgazdaság sajátos „melléktermékeként” sokfelé alakult ki rossz vízáteresztő-képességű „eketalp-réteg”, aminek káros hatása fokozottan jelentkezik olyan vízbő időszakokban, mint a 2010-es év volt. Az eketalp-réteg miatt ugyanis jóval kevesebb csapadék elegendő a felső néhány tíz cm-es talajréteg telítődéséhez, így a gyakorlatban a sok csapadék mellett a rossz „agrotechnológiai örökség” is jelentős szerepet játszott a nagymértékű belvizek kialakulásában.

### 3. A belvizek okozta károk

A belvíz közgazdasági alapú megfogalmazásában az okozott károkkal hozzák kapcsolatba a jelenséget (Török 1997). A belvizek káros következményei szoros kapcsolatban vannak az elöntött területeken található értékekkel, melyek károsodásából eredeztethető a kár. Ezen gondolatmenet alapján amennyiben egy adott területen nincs védendő érték, így ott a bekövetkező kár sem számszerűsíthető.

A belvízi elöntések, vagy a telített talajrétegekkel borított területek esetében a bekövetkező károk alapvetően belterületi és külterületi károokra vonatkoztatják.

#### 3.1. A belvizek okozta belterületi károk

A belterületi károk kialakulásával kapcsolatban az adott település belvízi kitettségét számos tényező befolyásolja:

- településszerkezet viszonya a kedvezőtlen vízjárásnak kitett területek elhelyezkedéséhez,
- belterületi csapadék vízelvezető rendszer kiépítettsége, karbantartottsága,
- belterületi szennyvíz elvezető rendszer kiépítettsége,
- belterületi szikkasztás,
- belterületi úthálózat vízelvezetésének kiépítettsége,
- telkeken belüli vízelvezetés kiépítettsége, karbantartottsága,
- házak építőanyaga, szigetelése, csapadékvíz elvezetésének állapota.

A belterületeken keletkező problémák jellemzően valamilyen településrendezési kérdéssel hozhatók összefüggésben. Általában a lefolyástalan, korábban vízállásos területek nem kellő körülményekkel végzett beépítéséhez kapcsolódóan jelennek meg nagy számban belterületi elöntések (Baukó et al 1981). A belterületeken megjelenő elöntések legnagyobb veszélye, az azok következtében bekövetkező épületkárokkal van kapcsolatban. A károsodások jellemzően a vályog anyagú, megfelelő szigeteléssel nem rendelkező épületekben következett be. Ezek közvetlen kapcsolatba hozhatók a lakóingatlanon belüli nem megfelelő vízelvezetéssel, illetve a nem megfelelő tulajdonosi öngondoskodással. Sok károsodott ingatlan esetében a tulajdonosok nem vagy nem a kellő mértékben vették el a telken belül keletkező vizeket, illetve épületeik megóvása érdekében az alapvető vízevezetést biztosító ereszcsonnákat sem szerelték fel.

A belterületi károk kialakulását az adott térség belvízi veszélyeztetettsége határozza meg. Azonban ezt nem a hagyományos természeti tényezők alapján célszerű meghatározni. A 2010–2011. évi belvízi események rávilágítottak, hogy a települési szennyvíz- és csapadék csatornarendszer hiánya, vagy nem megfelelő kiépítettsége miatt könnyebben alakulnak ki belterületi elöntések, mivel a szikkasztások hatására a települések alatt kialakuló talajvízdombok is a belvízi elöntések előfordulását növelik. A települési vízelvezetési kérdések eredményes megoldásához elengedhetetlen a megfelelő kapacitású elvezető rendszer. Sok esetben épp a lakosok nem kellő körülményekkel végzett tevékenységei következtében kerültek betemetésre olyan csatornaszakaszok, amelyek hiányában jelentős védekezési munkálatok végrehajtására volt szükség. Számos településen következett be elöntés a belterületeken amiatt, mert a burkolt útfelületek vízelvezető hálózata nem megfelelő kapacitással épült ki, vagy annak állapota nem volt megfelelő.



5. ábra. Belvízi elöntés alatt lévő épületek ereszcsona nélkül (Fotó: Priváczkiné 2010)

A jogszabályok a belterületi belvízvédkezési feladatok végrehajtásának felelőseként a polgármestert jelölik ki. Sok esetben azonban (főleg a kisebb lélekszámú községek esetében) nem állt rendelkezésre megfelelő műszaki irányítói kapacitás a védelmi munkák vezetésére, vagy nem álltak rendelkezésre megfelelő tervdokumentációk, alaptérképek a védelmi munka megtervezésére. Mivel az önkormányzatok ilyen tevékenységek szervezésében és végrehajtásában nem rendelkeznek megfelelő végzettségű és tapasztalatú létszámmal, javasolható a helyzet kezelésére a több településre vonatkozó hatókörrel rendelkező települési főmérnöki rendszer bevezetése.

### 3.2. A belvizek okozta külterületi károk:

A külterületeken tapasztalt elöntések kialakulását az alábbiak segítették elő:

- tábla szintű problémák:
  - tulajdonszerkezet megváltozását nem kísérte a vízelvezető rendszer felülvizsgálata (eltérő igények),
  - táblán belüli vízelvezető rendszer hiánya,
  - vízmegtartó intézkedések (pl. mélyszántás) elmaradása,
- külterületi önkormányzati kezelésű csatornák esetén: tulajdonosi feladatok ellátáshoz az önkormányzat nem rendelkezik forrásokkal (anyag és humán jellegű).

A kialakult károkkal kapcsolatban elsődleges a vízelvezető hálózattal kapcsolatban megváltozott igényeket kell említeni. A jelenlegi külterületi vízelvezető rendszer a rendszerváltás előtti nagy táblás gazdálkodást biztosító tulajdonosi struktúrához került kialakításra, több évtizeden keresztül. A rendszer alapja az egymással soros kapcsolatban lévő vízhálózati elemek voltak. A táblán belüli vízrendezési feladatokat a tulajdonos (pl. termelőszövetkezet) végezte el a megfelelő erőforrásai birtokában. A földtulajdonosi szerkezet megváltozását azonban (a követő mintegy 20 évben) nem követte a vízelvezető hálózat átfogó, teljes felülvizsgálata. A megváltozott elvezetési igények, az egyes földtulajdonosok területhasználati szokásainak megfelelően a vízelvezető hálózat folyamatos felülvizsgálatára lett volna szükség, hiszen nem minden esetben maradtak fenn a korábban meglévő táblaközi vízelvezető művek. Szintén a megváltozott tulajdo-



nosi körrel kapcsolatban kell megemlíteni a talajművelési eljárások megváltozását, aminek következtében kisebb hangsúlyt kapnak a talaj vízgazdálkodási tulajdonságait javító intézkedések (pl. mélyszántás). Ezek hiányában a talaj víztározó kapacitása is lecsökken, és a belvizek gyakorisága megnő.

A települési önkormányzatok nem csak belterületi, hanem külterületi vízelvezető létesítmények tulajdonosai. Hasonlatosan a belterületi rendszerekhez, a külterületi belvíz elleni védekezéshez is elengedhetetlenek az aktualizált tervdokumentációk és a kellően felkészült irányítói létszám. Ez nem minden esetben biztosított a védekezési munkák során.

## **4. A mérnöki létesítmények hatásai a belvizek kialakulására**

### *4.1. A vízelvezető rendszerek hatásai*

A vízelvezető művek megépítését alapvetően a belvízi eredetű vízterhelés megszüntetése, a mezőgazdasági termelés biztonságának fokozása, a települések belterületeinek növelése indukálta. A vízelvezető rendszerek jelenlegi kiépítésüket az 1980-as évek második felére érték el, igazodva az akkori nagytáblás földtulajdon szerkezetéhez. Azonban ezt követően az 1990-es években lezajlott földtulajdon szerkezet jelentősen megváltozott, és ennek megfelelően a vízelvezetéssel kapcsolatos igények és feladatok is megváltoztak. Ezt a folyamatot nem kísérte a rendszer felülvizsgálata és szükség esetén üzemrendi, vagy kiépítéssel összefüggő módosítása, amely miatt a jelenlegi vízelvezető rendszer hatékonysága jelentősen mérsékelte. A vízelvezető rendszerek kialakítása nem igazodik a jelenlegi tulajdonosi szerkezetéhez. Mivel azok egymással soros kapcsolatban lévő hálózati elemekből épülnek fel, bármelyik elem „meghibásodása”, kapacitás csökkenése esetén a „hibás” elemtől az összegyülekezési sorrenddel ellentétes irányban előntések fognak megjelenni.

A rendszerek működtetésével kapcsolatos összegyülekezési hatások is jelentősen módosítják a rendszerek hatékonyságát. *A vízelvezetés ütemét nem az vizek összegyülekezésének üteme határozza meg, hanem vízelvezetés pillanatnyi potenciálja.* Ezen érték vagy a rendelkezésre álló gravitációs, vagy szivattyús elvezetés kapacitását jelenti. Gyakorlatilag az összegyülekezett felszíni vizek mindaddig előntésekben fognak tározódni, míg elvezetésükre lehetőség nem áll rendelkezésre. Ezt a jelenséget írja le a *sorban állási elmélet* (Vágás 1989).

Gyakorlati tapasztalatok rávilágítottak arra a tényre, hogy az alföldi vízrendszerek esetében – mértékadó – belvizes időszakokban a vízszín esések (a nyilvántartott 8–10 cm/km értékek) gyakorlatilag teljesen felemésztnék a csatornák mentén. Sok esetben a vízfolyásokba kerülő kisebb lefolyási akadályok is jelentős vízszíneséscsökkenést okoznak, mely jelentősen csökkenti az elvezetést. Az igen kicsiny vízfelszín esések következtében a vízrendszerek kapacitásai ideális üzemi körülmények között is elmaradnak a nyilvántartott értékektől.

A belvíz elvezető rendszerek mértékadó terhelések időszakában – a befogadók magas vízszintjei miatt – szivattyús végátemelőkkal juttatják a vizeket a befogadókba. A végátemelők működése és az összegyülekezés üteme között sok esetben jelentős eltérés van, így az átemelők csak szakaszos üzemben képesek működni. Az átemelők működésének hatékonyságát jelentősen befolyásolja az alvív-felvíz relatív helyzete. A magas befogadói felvízi szintek a szivattyútelepek hatékonyságának csökkenését

eredményezik. Mivel belvízi időszakokban a belvízátemelő telepek rendkívüli terhelésnek vannak kitéve, így azok (30–100 éves életkorukhoz kapcsolódóan) meghibásodása is gyakoribb. Az ilyen üzemszünetek során tapasztalható kapacitás kiesés tovább növeli az elöntések tartósságát.

Fontos problémakör kapcsolódik a belterületi és a külterületi rendszerek találkozási pontjaihoz. A belterületekről intenzívebben vezetik le az összegyülekező vizeket, mint ahogy azokat a külterületi rendszerek elvezetni képesek. Gyakran előfordul olyan eset, amikor a belterületről érkező terhelés akár időszakosan a külterületi elvezetési kapacitás tízszeresét is meghaladja. Ezeken az átadási pontokon törvényszerűen elöntések keletkeznek, így ezt a dinamikus terhelést célszerű lenne előzetesen kialakított záportározókban átmenetileg tározni.

#### *4.2. A vonalas létesítmények, utak, vasutak földművei okozta károk*

A keletkezett károk a tapasztalatok alapján egyrészt a felszíni összegyülekezésre gyakorolt hatás miatt következnek be, mely a nem megfelelő számú, illetve kapacitású pályatest alatti áteresszel hozható összefüggésbe.

Az építés során több esetben előfordult, hogy a nem kellően körültekintő módon végrehajtott földmű alapozási munkák miatt az altalaj olyan mértékű tömörödése következett be járulékos talajvízáramlást elősegítő intézkedés nélkül, melynek következtében a talajvizek járásában zavarok, visszaduzzasztások álltak elő. Ezen hatások is nagyfelületű elöntéseket okoznak.



*6. ábra. Autópálya hatása a belvizek kialakulására (Fotó: Priváczkiné 2010)*

Meghatározó az útpálya vízelvezető rendszerének illeszkedése a térség vízelvezetési lehetőségeihez. Az autópályákról összegyülekező vizek nagy dinamikával jelentkező terheléseket adnak át a vízelvezető rendszereknek. Ezt a „csúcsterhelést” sok esetben a külterületi vízelvezető rendszerek csak jelentős késlekedéssel képesek átvenni és továbbítani. Ezen hatás csökkentésére átmeneti tározó építése indokolt. Néhány esetben az autópályákról érkező terhelést megkísérelték szikkasztó rendszerekre vezetni, azonban ennek hatékonyságát jelentősen lecsökkentheti a magas talajvízszint, mely hosszú idejű belvizek esetén általánosan tapasztalt jelenség (6. ábra).

Összefoglalva: nyomvonalas létesítmények vízelvezetését be kell illeszteni a meglévő vízelvezető rendszerek által alkotott „vízi infrastruktúrába”, azaz azok „nem élhetnek önálló életet.”

## 5. Megoldási lehetőségek a belvizek okozta károk megelőzésére

Mivel a belvíz alapvetően természeti tényezők által determinált jelenség, így annak előfordulására a jelentős műszaki beavatkozások mellett is számítani kell a jövőben is. A rendelkezésre álló műszaki lehetőségek nem teszik lehetővé nagy térségekre kiterjedően a belvíz jelenségének teljes megszüntetését, hiszen például a felszíni vízelvezető hálózat hatása talajvízre csak kis területekre korlátozódhat. Elsődlegesen a károk megelőzésére és a kockázatok csökkentésére lehet a reális forrásokat csoportosítani.

Belterületek, lakott települések esetében a telkeken belüli vízelvezetés és a házak vízelvezetésének megoldása az elsődleges és sürgős feladat a közeljövő belvizek károsításainak megelőzésére. Települési szinten mind a csapadék, mind a szennyvíz csatornarendszer kiépítése csökkenti a belvízi veszélyeztetettséget.

Külterületek esetében elsődlegesen a területhasználat átalakítására érdemes a hangsúlyt helyezni azért, hogy a területek vízmegtartó-lefolyás késleltető hatását fokozzuk. Itt a vizek visszatartása, tározása jelent megoldandó feladatot. Fontos, hogy a talaj vízmegtartó kapacitását növelő talajművelési eljárásokat újra széleskörűen alkalmazzák. Ezek elmaradása esetén a felszíni elöntések is gyorsabban kialakulnak, és a talajok vízgazdálkodási tulajdonságai is jelentősen romlanak.

A vízelvezető rendszerek tekintetében átfogó felülvizsgálatot kell elvégezni, melynek ki kell terjednie a rendszereket érő vízterhelések valós körülményekhez igazodó újra értékelésére, az eddigi üzemi tapasztalatokra és a különböző csatorna szakaszok kezelői feltételeire. Egységesíteni kell a vízelvezető rendszerek irányítási rendszerét, melyhez folyamatos fenntartási források biztosítása nélkülözhetetlen.

## Irodalom

- Baukó T.–Dövényi Z.–Rakonczai J. 1981: Természeti és társadalmi tényezők szerepe a belvizek kialakulásában a Maros-hordalékkúp keleti részén. Alföldi tanulmányok. 35–60.
- Kozák P. 2006: A belvízjárás összefüggései az Alföld délkeleti részén, különös tekintettel a vízkárelhárítás európai igényeire. Doktori Értekezés, SZTE Földtudományi Doktori Iskola
- Kienitz G. 1974: A síkvidéki, befolyásolt összegyülekezési folyamat hidrológiai modellje. A modell leírása. Tanulmányok és Kutatási eredmények, 42/A szám. VITUKI, Budapest, 68.
- Pálfai I. 2000: Az Alföld belvízi veszélyeztetettsége és aszályérzékenysége. In: Pálfai (szerk.): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 6. 85–95.
- Pálfai I. 2001: A belvív definíciói. Vízügyi Közlemények. 83. évf. 3. füzet, 376–392 p.
- Török I. Gy. 1997: „Eszmetöredékek” a belvív fogalmának korszerűbb értelmezése és a belvívvédekezés gazdaságossága tárgyában. MHT. XV. Országos Vándorgyűlés Kaposvár 1997.
- Vágás I. 1989: A belvív elvezetése. Hidrológiai Közlöny 1989. 2. 77–82.

# AZ ALFÖLD TÁJVÁLTOZÁSAI ÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS

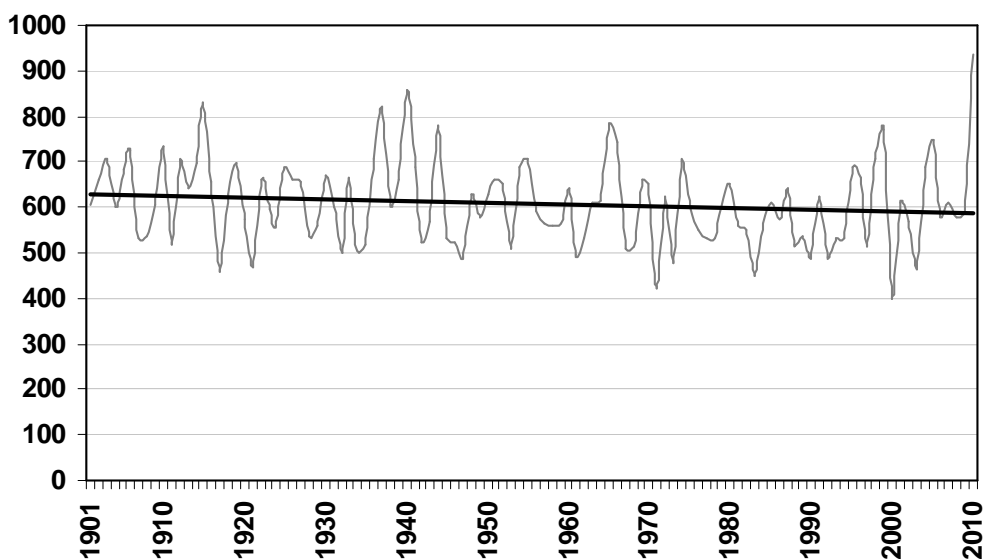
Rakonczai János\*

## 1. Bevezetés

A globális klímaváltozás következményei a világban igen változatosak. A hőmérséklet emelkedése többé-kevésbé általánosnak mondható, bár mértéke területenként igen különböző lehet. Ennek hatása leginkább a jeges területeken tapasztalható jól mérhető változásokkal bizonyítható. Lényeges változások figyelhetők meg a csapadékeloszlásban, ez azonban a Föld egyes részein csapadéktöbbletet, másutt pedig csapadékhiányt jelent. Hazánk területén az utóbbi száz évben a világátlaghoz közeli,  $0,8^{\circ}\text{C}$ -os melegedés, és tendenciájában 60–80 mm-es csapadéksökkenés tapasztalható. Mivel azonban mind a hőmérsékleti értékek, mind a csapadék (1. ábra) igen nagy szórást mutatnak, a változások trendjellegét sokkal nehezebb igazolni.

Ezek a változások ráadásul nem egyformán jelentkeznek tájainkon, és mivel erősen keverednek az antropogén hatások következményeivel kimutatásuk hosszabb kutatást igényel. Tapasztalataink szerint ugyanakkor találhatók olyan indikátorok, amelyek alkalmasak a klímaváltozás következményeinek feltárására. Fontos azonban azt is megjegyeznünk, hogy a természeti elemek nem minden kellemetlen változása mögött kell a klímaváltozást keresni végső „bűnösként”, még ha esetleg azzal valamilyen kapcsolatba is hozható.

Kutatásaink során fontos szempont volt, hogy olyan tájalkotók változásait tárjuk fel, amelyek nem az éghajlati elemek változékonyságát, hanem inkább a változások irányait, trendjeit mutatják. Ilyennek bizonyultak a talajvíz, a talaj és a vegetáció változásai.



1. ábra. Magyarország éves csapadékatlagai és annak trendje 1901–2010 (mm)  
(az OMSZ adatainak felhasználásával)

\* Dr. Rakonczai János, egyetemi docens, kandidátus, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

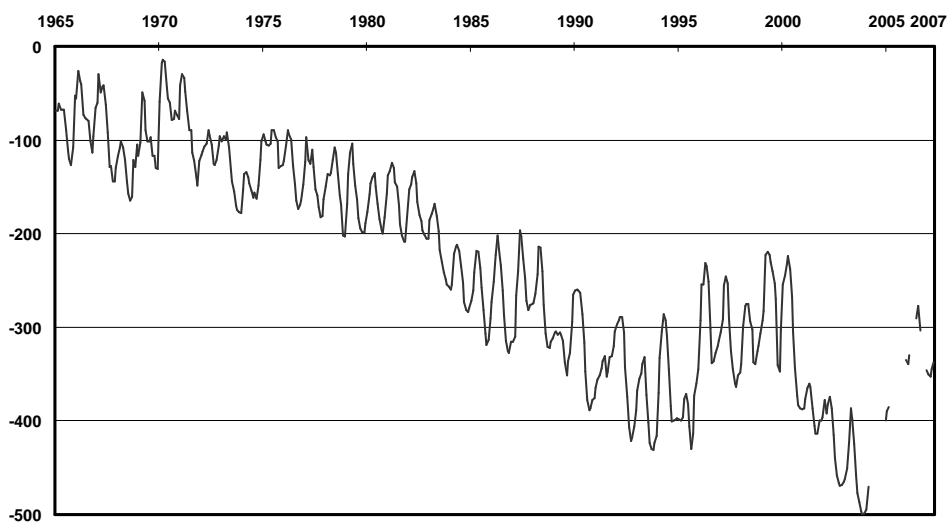
## 2. A talajvíz, mint klímaváltozás-indikátor

Az Alföld több száz méter vastagságú üledéksora mindenütt kedvező lehetőséget nyújt a talajvíz tárolásra – többnyire legfeljebb néhány méteres mélységben. A felszínközeli talajvíztartó rétegek nagyobb részben csapadékból táplálkoznak, egyes esetekben azonban lehetőség nyílhat felszíni vizekből vagy felszín alatti szivárgással távolabbi területekről is pótlódniuk. Azokon a területeken, ahol csak a csapadékból táplálkozik a talajvíz, annak évi változását döntően a csapadék és a párolgás alakítja. Ott viszont ahol a talajvíz a magasabb területek irányából felszín alatt is pótlódik, nagy jelentőségű, hogy ez a lehetőség tartósan fennmaradjon. Ha ez a kapcsolat megszakad, elmarad a felszín alatti „hozzáfolyás”, a talajvízszint csökkenni fog. Ilyet tapasztalhatunk a Mátra és részben már a Bükk előterében is, ahol a külszíni bányászat a korlátozó tényező. (A következményeket jól mutatja Szalai J. cikkének 10. és 12. ábrája jelen kötetben.)

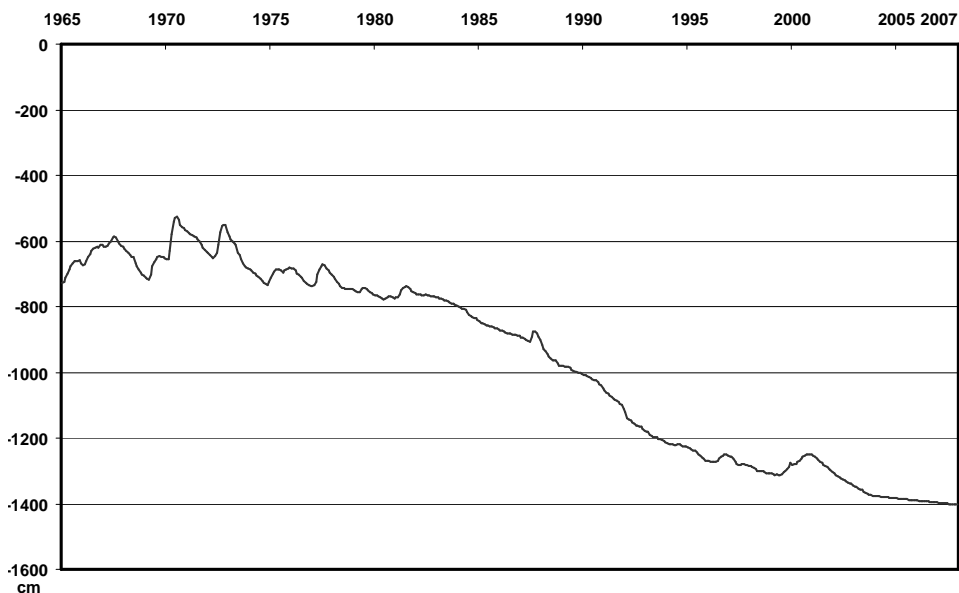
Sajátos helyzetben van az Alföldön a Duna–Tisza köze, ami a Duna és a Tisza között hátszerűen emelkedik ki (60–80 méterrel) a környezetéből, számottevő felszíni vízfolyása nincs, így ott a talajvíz csak csapadékból tud pótlódni. Ezen a területen a csökkenő csapadék – az évek során tapasztalt nagy szélsőségek ellenére – fokozatosan süllyedő talajvízszintet eredményezett 2010-ig. A legfelső víztartó rétegben ennek nyomán az éves átlagos vízszintek az utóbbi 40 évben akár 6–8 métert is süllyedtek. A talajvíz-süllyedés mértéke szoros kapcsolatban van a domborzattal (tengerszint feletti magassággal), ami megerősíti, hogy itt ténylegesen a csapadékhány a csökkenés legfontosabb oka. A csökkenésben ugyan antropogén okok is szerepet játszanak, és korábban a csapadékcsökkenés szerepét kisebbre értékelték (Pálfai 1994), mára azonban elfogadott, hogy az éghajlati ok szerepe a meghatározó, Völgyesi (2006) például 80% körüli jelentőséget tulajdonít neki.

A talajvízészlelő kutak jól mutatják, hogy a tengerszint feletti magasságnak (valójában az oldal irányú áramlások lehetőségének csökkenésének) milyen fontos szerepe van. Ugyanis azokon a hátsági területeken, ahol a talajvíz mélysége az 1970-es évek vége táján még viszonylag kicsi volt (2–3 méternél kevesebb), a talajvízjárás éves üteme (tavaszi maximum, őszi minimum) jól megfigyelhető, de a szárazabbá váló következő másfél évtizedben (az éves ritmus megtartása mellett) a vízszintek egyre mélyebbre süllyedtek (2. ábra). Az 1990-es évek második felének néhány csapadékosabb éve ez a süllyedést megállította, sőt akár kisebb talajvíz emelkedéseket is eredményezett (a bemutatott bócsai kútnál például bő fél métert), de ennek hatása a következő szárazabb években gyorsan eltűnt, s a süllyedés tovább fokozódott. 2004-től kezdődően a sokévi átlagnál nagyobb csapadék hatása ismét hoz kb. 2 méternyi vízszintemelkedést, de ez sem volt elegendő (2010-ig) arra, hogy a korábbi szintre emelje azt. A homokhátság legmagasabb részén, az Illancson már az 1970-es évek elején is 5–6 méter mélyen volt a talajvíz, emiatt az éves változás sem volt szokványos (3. ábra). A későbbiekben pedig, a szárazság miatt egyre mélyebbre süllyedő vízszinten alig tapasztalható a téli-tavaszi időszak talajvízpótló hatása. Itt a talajvíz süllyedése az utóbbi 30–35 évben elérte a 6–8 métert is, s a csapadékosabb időszak hatása csak mérsékelt változást hozott a nyilvánvaló trendben, sőt az utóbbi néhány nedvesebb év hatása, legfeljebb a süllyedés ütemének csökkentésére volt elegendő.

A területi elemzésekkel együtt (lásd Szalai J. cikkének 10. és 12. ábráját jelen kötetben) megállapítható, hogy *a Duna–Tisza közti hátságosság talajvízszintjének változása jól láthatóan már nem az epizodikus változásokat* (egy-egy szárazabb vagy nedvesebb év hatásait) *tükrözi. Inkább sejthető itt a tartósabb klímaváltozás hatása.*



2. ábra. A talajvízszint változása egy bócsai észlelő kút alapján 1965 és 2007 között



3. ábra. A talajvízszint alakulása az Illancs térségében 1965 és 2007 között

Geoinformatikai eszközöket felhasználva hozzávetőlegesen meghatároztuk a hátság vízhiányának mértékét is. Kiderült, hogy egy-egy tartósabb száraz időszak végén a vízhiány megközelítheti az  $5 \text{ km}^3$ -t ( $5 \text{ milliárd m}^3$ ) is. Ez első látásra nem tűnhet soknak, azonban ez a mennyiség megközelíti hazánk évi teljes vízfelhasználását! A 2010-es rekord csapadéku év ellenére is igazolódtak azon becsléseink (Rakonczai J. 2006), hogy azokon a területeken, ahol a talajvíz nem süllyedt 3–4 méternél jobban az elmúlt évtizedekben, ott egy-egy tartósan nedvesebb időszak valamelyest segít a vízhiány csökkentésében. Van azonban egy 1000–1500  $\text{km}^2$ -nyi terület, ahol jelenlegi ismereteink szerint a „regenerálódás” természetes hatásokra nemigen valósulhat meg.

### 3. Átalakuló talajok, átalakuló tájak

A hosszabb időszakra kiterjedő talajvízszint-csökkenés azonban jelentős átalakulást indíthat a talajokban, ahogyan ezt Magyarország síksági területein többfelé megfigyelhetjük, illetve kutatásaink során meg is mértük.

Az 1970-es évek közepén részletes geomorfológiai és talajtani vizsgálatokat végeztünk a Szabadkígyósi pusztán (ami ma a Körös–Maros Nemzeti Park egyik egysége) a terület védettségét előkészítő munkák részeként. Ennek során nemcsak pontos morfológiai térképet készítettünk a vidékre jellemző egyik szikpadkás tájrészlet mikroformáiról, hanem botanikusokkal közösen mintaterületeket jelöltünk ki közös értékelésre (Rakonczi J. 1986). A vizsgálat része volt a részletes botanikai felvételezés a megjelölt területrészekre és a különböző vegetáció típusok talajainak kémiai elemzése. Akkor még senki nem gondolt arra, hogy 25–30 év után ez a terület alkalmas lehet a tájváltozások kimutatására.

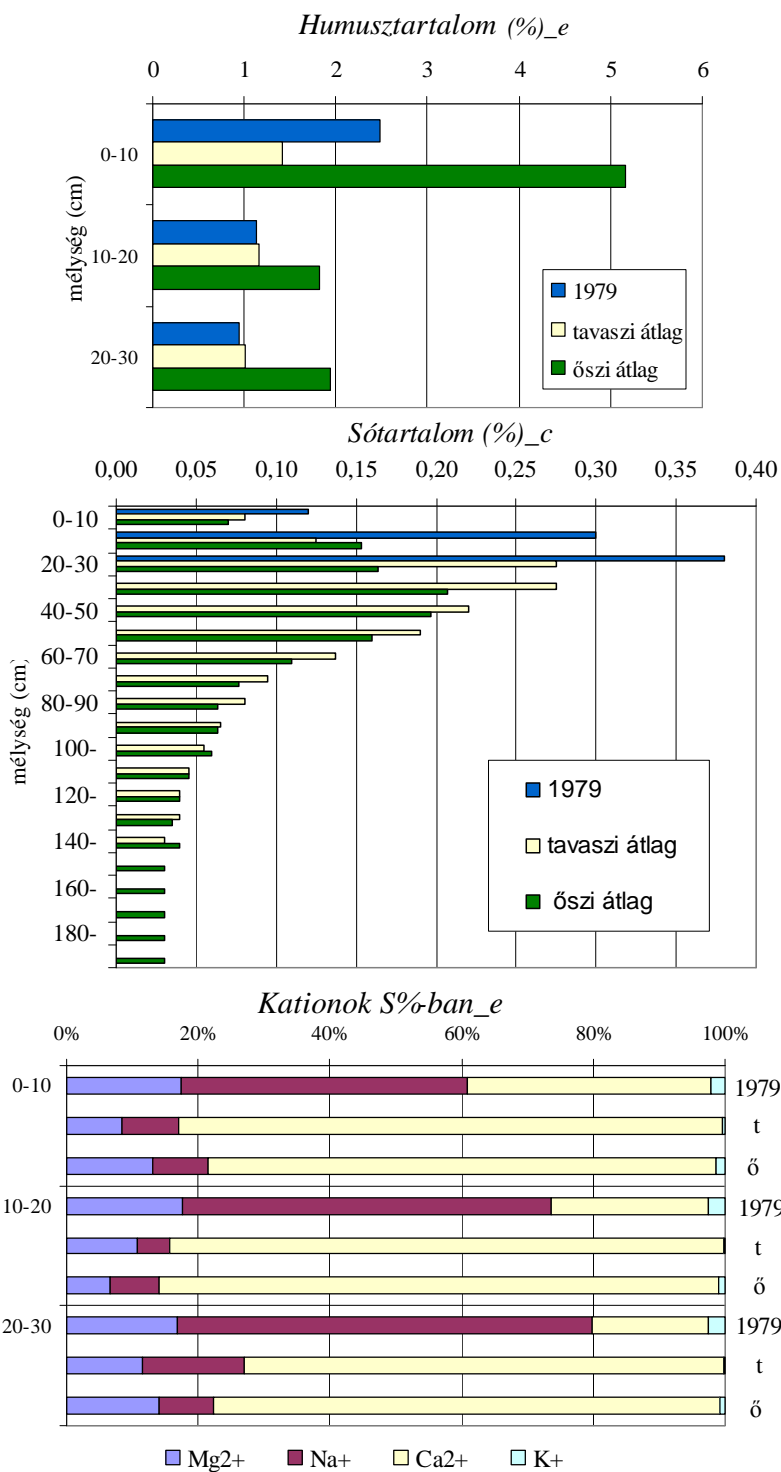
Figyelmünk 2003-tól irányult újra a területre. Ekkor derült ki egy terepbejárás során, hogy negyedszázad alatt a jellegzetes szikes táj arculata jelentősen megváltozott, és az is, hogy a korábbi mintavételi helyek zöme teljes biztonsággal azonosítható. Már ekkor sejthető volt, hogy a változások háttérében, a terület vízforgalmában bekövetkezett változások vannak. Mint azonban később kiderült, az 1980-as évek elejétől az 1990-es évek közepéig tartó száraz időszak csak az egyik, bár gyaníthatóan fontosabb oka a változásoknak. A tartósan száraz időszakban a talajvíz lényegesen lesüllyedt, így az akár 5000 mg/l sótartalmú talajvizek hatása egyre kevésbé érvényesült a felszínen. Megszűntek a vakszikes felszíni sóvirágzások, és a csökkenő sótartalom fokozatosan lehetővé tette a felszín begyepesedését (1. és 2. kép).



1. és 2. kép. A „vakszikes” táj 1976 és 2006 között teljesen átalakult, begyepesedett.

A 2005 óta rendszeresen begyűjtött minták (Barna Gy. 2010) lehetővé tették, hogy a talajokban bekövetkező változásokat mennyiségileg is vizsgálni tudjuk. Az eredmények számszerűsítve is igazolják a táj átalakulásának fizikai-kémiai háttérét. Közel 30 év alatt – a környezeti tényezők hatására – jelentősen csökkent a talajok sótartalma, ezen belül is visszaszorult a nátrium mennyisége, nőtt a kalcium részesedése a kationok között, és mindez együtt lényegesen kedvezőbb feltételeket teremtett a vegetáció számára. A növényzet fokozatos térnyerését követően pedig a humusztartalom növekedése következett be (4. ábra). (A területen bekövetkezett változásokat részletebben Barna Gy. mutatja be kötetünkben.)





4. ábra. Egy szikes talajszelvény néhány jellemző tulajdonságának átalakulása 1979 és a 2005–2009. évi mérések átlaga alapján a Szabadkígyósi pusztán (Megjegyzés: 1979-ben csak 30 cm-ig történt mintavétel.)

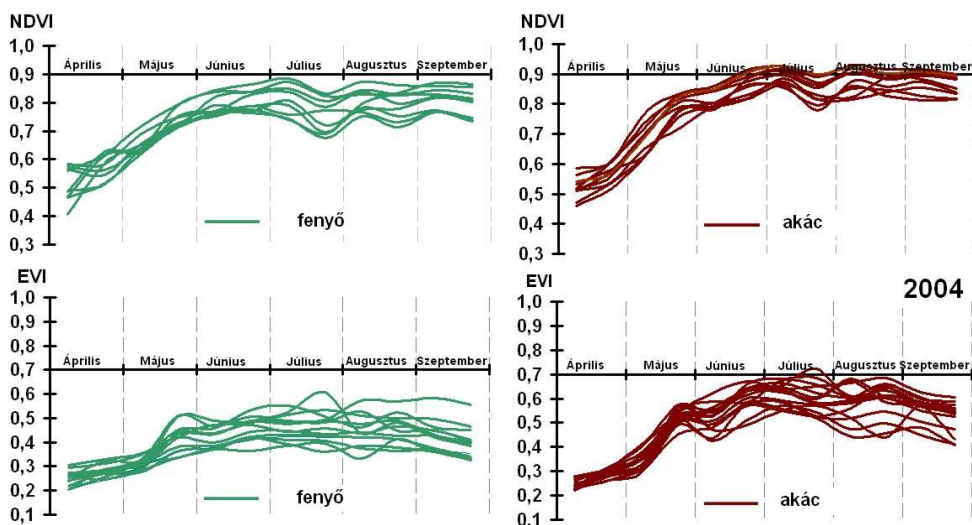
#### 4. A biomassza, mint klímaváltozási indikátor

Mint korábban utaltunk rá, az esetleges klímaváltozás indikátoraként olyan elemeket kerestünk, amik az éghajlati szélsőségek hatásait letompítva, tendenciaszerűen képesek a változásokat érzékelni. A talajvíz- és talajváltozások mellett ilyennek bizonyult részben a biomassza.

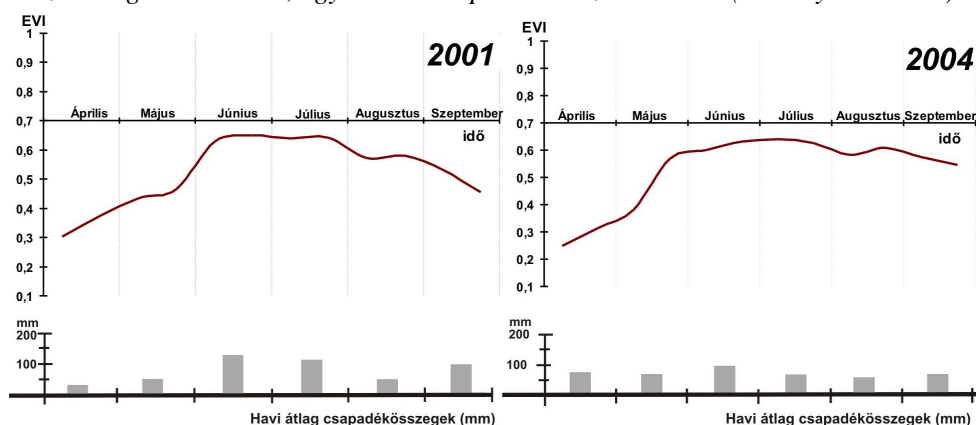
A mezőgazdaságban egy kedvezőbb időjárású év jobb termése, vagy egy száraz év rossz eredménye többnyire az időjárási változékonyság következménye. Ráadásul egy-egy területen évente más növényt termesztünk, így nemigen kínálkozik lehetőség azonos helyen a növények terméshozamát a klimatikus adatokkal megfelelő részletességgel kapcsolatba hozni. Vizsgálatink szerint azonban az erdők alkalmasak lehetnek egy ilyen elemzésre, hiszen elhelyezkedésük sok éven át állandó, és öntözéssel a természetes csapadék hatását sem módosítják. (A vizsgálatához szóba jöhetek volna még a természetes gyepek, ezek azonban sekélyebb gyökérzetük miatt sokkal inkább kötődnek a mindenkori csapadékokhoz.) Ezen felül a műholdas adatok jelentősen javuló térbeli (és egyéb minőségi) felbontása, valamint az azokhoz való hozzáférés könnyebbé teheti a lehetőséget biztosít az erdőállományon keresztül a klímahatás értékelésére.

A vegetációs indexeket széles körben alkalmazzák a vegetációs dinamika meghatározására, a vegetáció becslésére és állapotának kiértékelésére. 2000 óta elérhetőek folyamatos vegetációs index adatok 250 méteres felbontásban a Terra műhold MODIS szenzorának adatai alapján. A vegetációs indexeket a radiometrikusan és atmoszférikusán korrigált felszíni reflektancia értékekből számítják. A Normalizált Vegetációs index (NDVI) a legáltalánosabban használt eszköz a nettó biomassza mennyiség becslésére. Ez az index a zöld biomassza mennyiségének, a klorofilltartalomnak, valamint a levélfelületi vízstressz változását jelzi. Az index a közeli infravörös és a vörös tartomány értékeit veszi figyelembe. Az NDVI továbbfejlesztett verziója az EVI index, amelyben a vörös és a közeli infravörös sáv mellett szerepel a kék sáv is. Az EVI index alkalmazhatósága tekintetében abban különbözik az NDVI-től, hogy kiküszöböli az atmoszférából, illetve a különböző talajtípusokból eredő hibákat. A hiányzó vagy rossz minőségű adatok, a felvételezési hibák és a felvételezés során meghatározó légköri körülményeknek jelentősen befolyásolhatják a képi adatok minőségét. Ezek kiküszöbölésére használják az MVC technikát, ami az egy időszak során (16 nap) mért vegetációs index értékek maximumát veszi figyelembe. A MODIS NDVI és EVI kompozit képek ingyenesen elérhetőek és letölthetőek az LP DAAC honlapjáról.

Vizsgálatunk első lépésében a legnagyobb talajvízszint-süllyedéssel érintett Illancs kistáj erdeit elemeztük (Ladányi et al 2009). Itt a tájhasználatot jelentősen befolyásolta az 1900-as években történt erdősítés, aminek a homok megkötében volt jelentős szerepe. Az erdőgazdálkodás szerepe ma is nagy a területen, de nagy, összefüggő, homogén erdőterületeket ritkán találunk, inkább sok kis méretű, különböző összetételű erdőfolt jellemző. Őshonos állományokat nem találunk, többnyire az akác és a fenyő a domináns fajok. Egy tízéves (2000–2009) adatsor alapján a főbb erdőtípusok vegetációs dinamikáját elemeztük, és kapcsolatot kerestünk a csapadék és a fák által termelt éves „biomassza-mennyiségek” között. A vegetációs dinamikát csak a vegetációs periódusban vettük figyelembe (áprilistól szeptemberig), mert egyrészt ez a periódus a fák szempontjából a legaktívabb időszak, másrészt pedig a téli hó- és felhőborítottság ez elemzést jelentősen befolyásolja. Kontroll területként olyan erdőket választottunk, ahol a talajvíz-süllyedés kevésbé jelentős, és így a talajvíz könnyebben elérhető a fák számára.



5. ábra. Az Illancs lombhullató és tűlevelű erdőinek vegetációs index értékei egy szélsőségektől mentes, egyenletes csapadékeloszlású évben (Ladányi Zs. 2010)



6. ábra. Lombhullató erdők vegetációs index görbéi az Illancson különböző csapadékeloszlású években (Ladányi Zs. 2010)

A jelenleg részleteiben nem ismertett elemzés jól mutatta, hogy a terület két jellemző faja (az akác és a fenyő) eltérő vegetációs dinamikát mutat, és az EVI-index érzékenyebbnek bizonyult (5. ábra). Ezenkívül az is megfigyelhető, hogy vegetációs indexek alakulása összefügg a csapadékeloszlással (6. ábra).

A vizsgált erdőtípusok vegetációs indexeinek lefutása egyértelműen mutatja a két facsoport eltérő tulajdonságait. Az év első szakaszában az akácot (mint lombos erdőt) kisebb vegetációs index értékek jellemzik, később viszont magasabb értéket ér el. Az 5. ábrán az is jól látható, hogy az évközi jelentősebb csapadék az akácnál jobban hasznosul. Megfigyelhető, hogy a vegetációs periódus végén hullott jelentősebb mennyiségű eső (2001. szeptember) már nem befolyásolja jelentősen a görbék lefutását, azaz a biológiai aktivitást.

A mintaterületen 4-4 akác és fekete fenyő foltot határoltunk el, és kapcsolatot kerestünk azok „biomassza-produkciója” (ennek vegetációs indexekből történő meghatározását területi korlátok miatt nem mutatjuk be, megtalálható Ladányi et al 2011) és

a csapadék időbeli eloszlása között (1. táblázat). A bemutatott korrelációk azokat az időszakokat mutatják, ahol a kapcsolat matematikailag a legerősebb bizonyult. (Mivel a mintaterületen nincs csapadékmérő állomás, ezért a két legközelebbi mérőhely – Baja és Kiskunhalas – csapadékadatait használtuk.)

*1. táblázat. Az egyes erdőtípusok biomasszájának korrelációja az azt leginkább meghatározó időszak (hónapok) Kiskunhalason és Baján mért csapadékösszegével*

Erdő típus	Korrelációs koefficiens (r) EVI		Meghatározó időszak EVI		Korrelációs koefficiens (r) NDVI		Meghatározó időszak NDVI	
	Kiskun- halas	Baja	Kiskun- halas	Baja	Kiskunha- las	Baja	Kiskun- halas	Baja
Fenyő 1	0,80	0,83	III-V.	III-VI.	0,90	0,83	III-V.	III-VI.
Fenyő 2	0,77	0,86	IV-VIII.	III-IX.	0,86	0,97	IV-VI.	II-IX.
Fenyő 3	0,80	0,80	III-V.	III-VI.	0,89	0,87	III-V.	III-VI.
Fenyő 4	0,73	0,79	III-V.	III-IV.	0,77	0,82	III-VI.	III-IV.
Akác 1	0,89	0,79	III-VI.	III-VI.	0,84	0,83	III-VI.	III-IX.
Akác 2	0,80	0,79	III-VI.	III-VI.	0,76	0,79	III-VI.	III-IX.
Akác 3	0,87	0,79	III-V.	III-VI.	0,77	0,69	III-V.	III-IX.
Akác 4	0,81	0,73	III-V.	III-VI.	0,75	0,66	III-V.	III-IX.

A vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy a csapadék és a biomassa között mindkét vegetációs index esetén bizonyítható és jelentős a kapcsolat. A különböző fafajok esetén ugyan kissé eltér a kapcsolat erőssége, de minden esetben igen jelentősnek mondható. Első pillanatban meglepő volt ugyanakkor, hogy a biomassa képződésben a téli időszak csapadékának ezen a kistájon nincs fontossága, holott azt várhatnánk, hogy a téli időszak az, amikor a talaj telítődik nedvességgel – és nem mindegy mennyire.

Annak meghatározására, hogy a vegetációs indexek mennyire alkalmasak az egyes fafajok „csapadékérzékenységének” feltárására, olyan kontrollterületeket kerestünk a mintaterületünk környezetében, ahol a vegetáció nem csupán a csapadék szeszélyes eloszlásának vannak kiszolgáltatva. Egyik ilyen terület a Duna árterén a Gemenci erdő (a Duna–Dráva Nemzeti Park része). Itt a folyó rendszeres áradása (illetve a talajvíz folyamatos kapcsolata a folyóval a homokos, kavicsos üledékeken keresztül) biztosítja az egyenletes, rendkívül jó feltételt a fák életéhez. (Igaz az összehasonlítást kissé befolyásolhatja, hogy itt az erdőállományt nem fenyő és akác alkotja, hanem különböző nagy vízigényű fafajok.) Ezen a területen a különböző évek vegetációsindex-görbéinek lefutása minden évben nagyon hasonló volt, nem alakultak ki akkora különbségek, mint a homokhátság tetején. További jelentős különbség volt, hogy a biomassa nem mutatott erős korrelációt egyik időszak csapadék-összegeivel sem, azaz – előzetes hipotézisünknek megfelelően – a csapadék szempontjából nem tekinthető környezeti változásokra érzékeny területnek.

További kontroll területként a Duna–Tisza közti hátság keleti peremén sikerült találnunk néhány réti talajon telepített erdőfoltot, amelyek már olyan területen helyezkednek el, ahol a regionális léptékű talajvízszint-csökkenés hatása kevésbé érvényesül, és a Tisza folyó sem befolyásolja lényegesen a talajvízszintet, de ahol a talajvíz elérhető mélységben van a fák számára. Ezeken a területeken megállapítható volt, hogy az erdők biológiai aktivitása lényegesen kiegyenlítettebb volt, mint a hátsági erdők eseté-

ben. Emellett a biomassa éves mennyiségét legjobban meghatározó időszak már januártól kezdődött. Mindez arra enged következtetni, hogy a talajvíz ebben az esetben hatással van a növények vízforgalmára, azaz kevésbé van kiszolgáltatva csapadék változékonyságának.

*A Duna–Tisza közti hátság egyes részein végzett biomassa vizsgálatok azt mutatják, hogy a jelentős talajvízsüllyedéssel érintett területeken a fás vegetáció már alig függ a talajvíztől (mivel nem onnan szerzi be vízigényét), azaz sokkal jobban ki van téve a csapadékeloszlás szeszélyességének.*

## 5. A 2010-es nedves év szerepe az Alföld tájváltozásában

A 2010-es év kétség kívül az évszázad legcsapadékosabb éve volt. Azt, hogy ez egy szélsőségesen csapadékos év volt csupán, vagy egy nedvesebb időszak kezdete, nehéz megjósolni. Az éghajlati modellezések eredményei hazánk nagyobb részére azon-



3. kép. Belvízátfolyás az 55-ös úton  
Mórahalmotól keletre 2010. június 3-án.



4. kép. Ugyanezen a napon a homokhátságon Borota  
közeliében a csatornában nincs víz  
a lezárt átereszek ellenére sem  
(a csapadék csupán az összetömörödött úton áll)

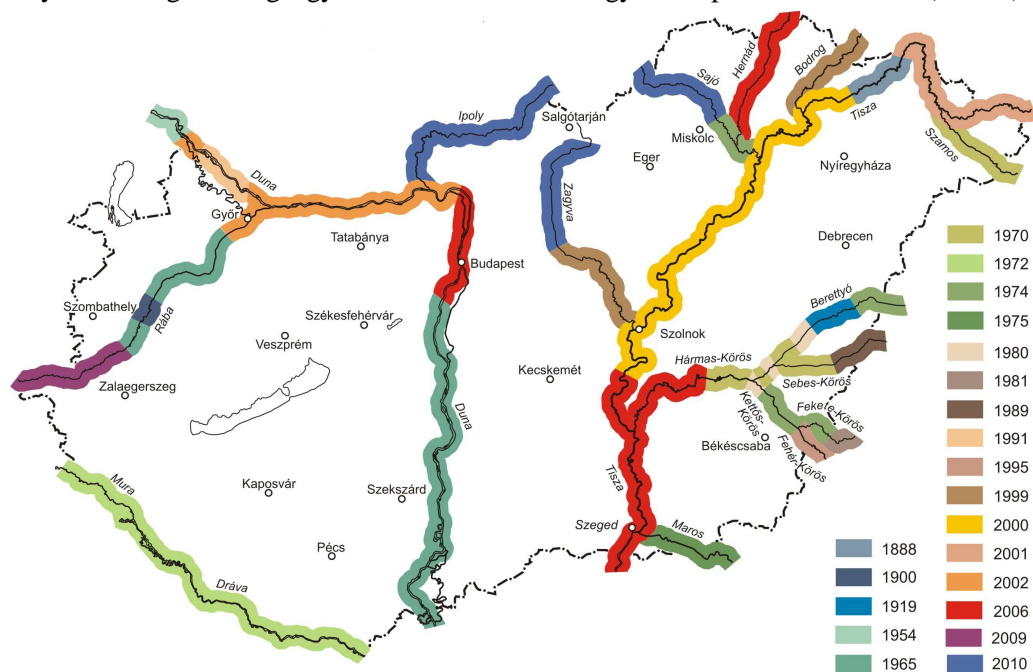
ban inkább csökkenő csapadékmennyiségeket prognosztizálnak. Kétségtelen, hogy ilyen mennyiségű csapadék jelentős belvízkárokat eredményezett az Alföldön, és egyesek úgy gondolják, hogy a korábbi évek szárazodási folyamatának következményei megszűntek.

Tény, hogy az Alföld sok részén normalizálódott a korábban lecsökkent talajvíz, és a Duna–Tisza-közi érzékeny hátsági területeken is enyhítette a talajvízszint-csökkenés okozta problémákat, de még így sem oldotta meg a teljes területen. Közben például a Duna–Tisza-közi homokhátság peremi részein jelentős belvízelöntések alakultak ki, a magasabb részeken továbbra is gondot jelent a lesüllyedt talajvíz (3. és 4. kép). Első becsléseink szerint a korábban kialakult 5 milliárd m<sup>3</sup>-nyi vízhiány jóval 1 milliárd m<sup>3</sup> alá csökkent (és így minden károkozása ellenére a sok csapadék jelentős, később realizálódó haszonnal

is járt). Vélhetően a tetemes nedvességtöbblet átmenetileg megállítja a vegetációváltozások trendjeit, sőt akár többfelé vitalizálódhatnak vizes élőhelyek. Ha azonban a nedves időszak nem lesz tartósabb, inkább a 2003 táján megfigyelt állapotok kialakulása valószínűsíthető, azaz 2–3 száraz év elegendő lehet a cikkünkben bemutatott folyamatok folytatódásához.

## 6. Az árvizek és a klímaváltozás

A globális klímaváltozás egyik következménye (az IPCC értékelése szerint) az éghajlati szélsőségek (így például a csapadék) növekedése. Ezt a megállapítást, ahogyan korábban bemutattuk, a Kárpát-medence adatai is bizonyítják. Sokan a nagy folyók utóbbi évtizedekben tapasztalt árvízi szintjeinek növekedését is ennek következményének tartják. Az árvizek részletesebb elemzése azonban ezt nem támasztja alá, ugyanis a rendkívüli nagy csapadékok nem egyszerre jelentkeznek a nagyobb folyók teljes vízgyűjtőjén, azok inkább egy-egy mellékfolyóra terjednek ki. A Tisza vízrendszerében a legutóbbi, egész vízgyűjtőn egyidejűleg kialakult áradás 1970-ben volt. Mégis az utóbbi bő tíz év során (1999 óta), öt évben alakult ki minden korábbit meghaladó vízállás a Tiszán és hazai mellékfolyóin. Ezek a rekord vízállások azonban nem jártak együtt rekord vízhozamokkal (és csak a folyók egyes szakaszain alakult ki), ami azt mutatja, hogy a nagy folyókon az *árvízi szintek növekedésének hátterében nem a klímaváltozás áll* (lásd még Kiss T. et al, Vágás I. és Bezdán M. cikkeit jelen kötetünkben). Ezt támasztja alá az is, hogy a magyarországi folyókon eddig mért legnagyobb árvízi szintek mintegy 20 időponthoz köthetők (7. ábra).



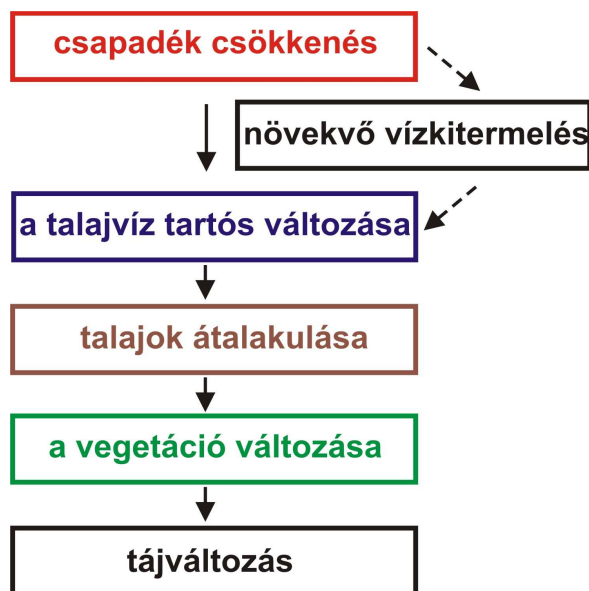
7. ábra. Az eddig mért legnagyobb vízállások időpontjai főbb folyóinkon

Összességében megállapítható, hogy a kisebb vízgyűjtőkön szaporodó „villámárvizek” nagy valószínűséggel kapcsolatba hozhatóak a klímaváltozás miatt kialakuló csapadékszélsőségekkel, a nagyobb folyók rekordárvizei mögött azonban a folyók vízszállítási képességének változásai (pl. a hullámterek feltöltődése, duzzasztások miatti mederesés-változások) állnak.



## 7. Összegzés

A Kárpát-medence nagyobb része olyan jelentős emberi befolyásoltság alatt áll, hogy közvetlenül nehezen érzékelhető a klímaváltozás hatása. Részletes kutatások azonban bizonyították, hogy a két legfőbb klímaelem (a csapadék és a hőmérséklet) utóbbi évtizedekben tapasztalt változásai jelentős, trendszerű változásokat indítottak el a tájban. A tendenciájában csökkenő csapadék talajvíz-süllyedést okoz (amit csak fokoz a csapadékhiány miatti öntözés), ez megváltoztathatja a talajokat, ami a vegetáció reakcióval együtt tájváltozásokat okozhat (8. ábra).



8. ábra. A klimatikus háttérű tájváltozások elvi kapcsolatrendszer

tozott térbeli mozgások is, de a változás gyakran egyes fajok elpusztulásával jár úgy, hogy helyüket az új feltételrendszerhez jobban alkalmazkodó fajok veszik át. (Köte-tünkben több tanulmány szolgál erre konkrét példákkal). A regisztrálható táji változások alapot szolgáltatnak a későbbiekben egy klímaváltozás-érzékenységi térkép elkészítéséhez.

Fontos azonban megjegyezni, hogy nem minden tájban tapasztalható változást szabad a klímaváltozással magyarázni. Gyakran vannak a változások mögött antropogén hatások. Erre legjellemzőbb példaként a bemutatott árvíz-problémát, vagy a természetvédelmi területeinket említhetjük. Ez utóbbi területek ugyanis a „maradék-elv” alapján lettek nagyobb részben kijelölve, hiszen csak ott maradhattak meg viszonylag természetes körülmények között, ahol az elmúlt évezred gazdálkodása, „területfejlesztése” a terület hasznosíthatatlansága miatt nem tartott rá igényt.

A klimatikus változások következményeivel számos kutatás foglalkozik hazánkban is, de leginkább (az eddig méltánytalanul háttérbe szoruló) földtudományi, ökológiai megközelítésű kutatások azok, amelyek teljes komplexségükben fel tudják tárni a táji összefüggéseket.

A növényzet számára megváltozó életfeltételek (a vízhez jutás lehetősége) helyenként a vegetáció „kényszerű átalakulását”, máshol annak átalakulását kényszeríti ki. Miután a klimatikus feltételek átalakulása vélhetően túl gyors a vegetáció számára, és a természetes vándorlást az elmúlt évszázadban feldarabolódott táj (Csorba P. 2008), a gyakran áthatolhatatlan ökológia gátak is akadályozzák, a természetes növényvilág környezeti feltételekhez alkalmazkodó mozgását.

A vegetáció folyamatosan megpróbál alkalmazkodni a változó feltételekhez: változik egyes fajok gyakorisága, változnak a növény-együttesek fajok szerinti összetétele, megfigyelhetők korlá-

## Irodalom

- Barna Gy. 2010: Tájváltozás vizsgálata a Szabadkígyósi pusztán. In: Szilassi P.–Henits L. (szerk): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. Században. Szeged, pp. 207–215.
- Csorba P. 2008: Kistájaink tájökológiai felszabdaltsága a településhálózat és a közlekedési infrastruktúra hatására. Földrajzi Értesítő. 3-4. 243-263.
- Ladányi Zs. 2010: Tájváltozások értékelése a Duna–Tisza közti homokhátság egy környezet- és klímaérzékeny kistáján, az Illancson. PhD értekezés. SZTE Környezettudományi Doktori Iskola
- Ladányi Zs.–Deák J. Á.–Rakonczai J. 2010: The effect of aridification on dry and wet habitats of Illancs microregion SW Great Hungarian Plain, Hungary. AGD Landscape & Environment. 4. 1. pp. 11–22.
- Ladányi Zs.–Kovács F. 2009: Spektrális indexek szerepe a tájváltozás, táji érzékenység megfigyelésében. In: Szilassi P.–Henits L. (szerk.): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században. JATEpress Szeged, 203–214.
- Ladányi, Zs.–Rakonczai, J.–Kovács, F.–Geiger, J.–Deák, J. Á. 2009: The effect of recent climatic change on the Great Hungarian Plain. *Cereal Research Communications*, 37 Suppl. 4. pp. 477–480.
- Ladányi, Zs.–Rakonczai, J.–van Leeuwen, B. 2011: Precipitation vegetation interaction on the Danube–Tisza Interfluvium. *Journal of Applied Remote Sensing* (in print)
- Pálfai I. (szerk.) 1994: A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. – A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. Békéscsaba. 126 p.
- Rakonczai J. 1986: A Szabadkígyósi Tájvédelmi Körzet talajviszonyai. In: Réthy Zs. (szerk): Békés megyei Környezet- és Természetvédelmi Évkönyv 6. Békéscsaba, pp. 19–41.
- Rakonczai, J. 2007: Global change and landscape change in Hungary. *Geografia fisica e dinamica quaternaria*. 30, 229–232.
- Rakonczai J. 2006: Klímaváltozás–Aridifikáció–Változó Tájak. In: Kiss A.–Mezősi G.–Sümegey Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. pp. 593–603.
- Rakonczai, J.–Bozsó, G.–Margóczi, K.–Barna, Gy.–Pál-Molnár, E. 2008: Modification of salt-affected soils and their vegetation under the influence of climate change at the steppe of Szabadkígyós (Hungary), *Cereal Research Communications*, 36:5. pp. 2041–2045.
- Rakonczai, J.–Kovács, F. 2006: Evaluating the process of aridification on the example of the Danube–Tisza Interfluvium. In: G. J. Halasi-Kun (ed.): Sustainable development in Central Europe. Pollution and water resources. Columbia University Seminar Proceedings. Vol. XXXVI. 2004–2006. HAS CRS, Transdanubian Research Institute, Pécs. pp. 107–116.
- Völgyesi I. 2006: A Homokhátság felszín alatti vízháztartása – vízpótlási és vízvisszatartási lehetőségek. MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. Pécs, 2006. Online at: <http://volgyesi.uw.hu/dokuk/homokhatsag.pdf>

A kutatás a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” című projekt támogatásával valósult meg.



# AZ ALFÖLD TÁJVÁLTOZÁSAINAK TENDENCIÁI

*Csorba Péter\**

## 1. Bevezetés

Az Alföld Magyarország meghatározó tájegysége és a Kárpát-medence természeti, gazdasági, társadalmi jellemzése sem képzelhető el nélküle. Összkiterjedése ugyan a tágas medencének csak alig harmada, mégis geológiai, geomorfológiai, meteorológiai, hidrológiai, talajtani, biogeográfiai, továbbá gazdaság- és társadalomföldrajzi szempontból egyaránt megkerülhetetlen, központi tájegység.

Az Alföldről mégsem állítható, hogy bármely földrajzi szempontból egyveretű lenne. Négy fő tájtípus jól megkülönböztethető; a peremeken a dombsági-hegylábi övezet, a homokterületek, a löszvidékek és a folyómenti egykori árterek. Eredetüket tekintve az utóbbi típusba tartoznak a szikes puszták is, amelyek azonban különlegességük, ismertségük – elsősorban a Hortobágy miatt – külön tájtípust is alkothatnak. A fenti típusok területi elrendeződése eléggé mozaikos. Ezt a tarka térbeli mintázatot, a löszös, a homokos és az alacsonyan fekvő vizes, ill. szikes térszínek szeszélyes területi váltakozását mondhatjuk az Alföld legjellemzőbb természetföldrajzi adottságának is.

## 2. Táj történeti vázlat

Az Alföld a magyarság számára egyértelműen a legfontosabb kultúrtáj, identitásunk geográfiai kerete, amit ezer év alatt a leginkább belaktunk, átformáltunk (Beluszky 2001, Füleký 1999, Somogyi 1987). Pannon dombvidék, a Felvidék hegységi, az Erdélyi medencék és hegyek, vagy a Délvidék síkságai egyaránt része önazonosság tudatunknak, de a Nagyalföldhöz fűződő szellemi kapcsok kétségkívül a legerősebbek. Ennek nyilvánvaló oka, hogy a lovas nomád életmód és az államalapítás ehhez a nagytájhoz kötődik. Bár voltak évszázadok, amikor a nemzettudat folyamatosságát inkább a Felvidék és Erdély biztosította, az Alföld tájai hamar visszanyerték nemzetszervező erejüket (Csorba et al 2004).

Az ember tájformáló hatásának erőssége időről időre változott. Az Alföld központi része a római birodalom évszázadaiban a mai országterület legkevésbé bolygatott része volt, s kezdetben az állattenyésztő honfoglalók jelenléte sem okozott jelentős változást a táj működésében, arculatában. A szántóföldi művelés gazdasági súlyának növekedésével, a késő középkorban már számottevő hatással volt az Alföld hegylábi, ill. magasabban fekvő löszös területeire, de aztán a törökkor épp az alföldi tájakon hozta a legerősebb földhasználati visszaesést, pusztásodást, elnéptelenedést (Füleký 1997). A XVIII. században az ármentes területeken ugrásszerűen nőtt a földhasználat intenzitása, amely a század végére helyenként komoly túlhasználatot eredményezett, (ld. homokmozgás) a nagy folyók menti tájak azonban még ekkor is természetközeli állapotban maradtak (Frisnyák 1996).

Gyökeres fordulatot hozott a táj működésében és vizuális megjelenésében a XIX. századi folyószabályozás. Az Alföld a XIX–XX. század fordulójára érte el gazdasági jelentőségének csúcspontját, az agrárberendezkedésű állam kulcsfontosságú tájegysége volt (Beluszky 2001). A magas népsűrűség zöme sajátos, ún. „alföldi utat” befutó mező-

---

\* Dr. Csorba Péter, tszv. egyetemi tanár, a földrajztudomány doktora, Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék

városokban, óriásfalvakban és a virágkorát élő tanyákon élt. A sűrű vasúthálózatnak komoly vizuális tájmeghatározó szerepe volt. A trianoni államhatárok lenyírták az Alföld keleti, északkeleti peremtárait és nagy kiterjedésű déli felét, de az új politikai kereteken belül összességében erősödött az ország alföldi jellege. A XX. századra kiteljesedett gazdasági hangsúlyváltás, az ipari és szolgáltató központok húzóereje nem ezt a tájat hozta előnyös helyzetbe. Sőt az Alföld fejlődési lemaradása tartóssá vált (Beluszky 2001). Ezen a hátrányos helyzeten eddig még a legutóbbi gazdasági-politikai rendszerváltozáskor elindult gazdaságpolitikai tendenciák sem tudtak lényegesen változtatni.

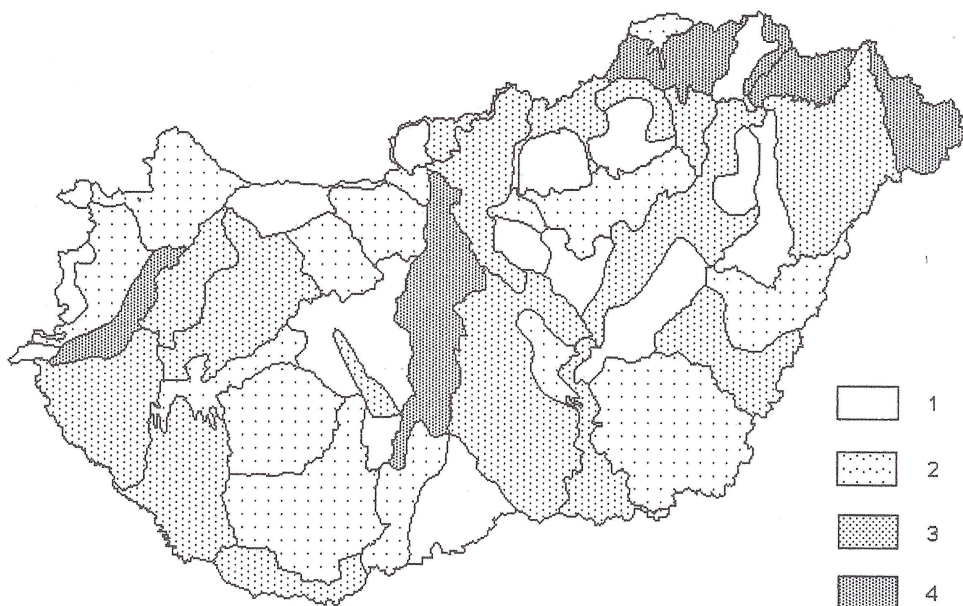
## **2. Tájhasználati prognózisok a politikai-gazdasági rendszerváltás idején**

A jelenlegi tájhasználati szerkezetet, tájformáló tendenciákat legszemléletesebben a korábbi, az 1960–1990 közötti ún. szocialista mezőgazdasági tájhasználatához tudjuk hasonlítani (Berényi 1993, Csorba 1991). 1989/90-ben egyértelmű volt, hogy a politikai-gazdasági váltásnak nem csekély hatása lesz az alföldi tájak működésére, megjelenésére is (Csatári 1995, Csorba 1996, 2000, Csorba et al 2001, Csorba–Novák 2003). A várható változások egy részét jól lehetett előre jelezni, de az utóbbi 20 évben bekövetkeztek előre nem, vagy alig látható földhasználati fordulatok is. 1989/90-ben pl. még nem lehetett felbecsülni az Európai Unióhoz történő csatlakozásból eredő tendenciákat, ennek tájformáló hatását (Csatári 1998, Süli-Zakar 1994). A 2004-ben bekövetkezett csatlakozás előkészületei során kidolgozott földhasználati változási prognózisok közül legismertebbet a Gödöllői Egyetemen, a Környezet- és Tájgazdálkodási Intézetben készítették (Ángyán–Fésűs 1998). Akkor a korábbi évek alatt végbement változások ismeretében és az Európai Unió agrárpolitikájának elemzése alapján a következő folyamatokat valószínűsítették:

- 533 ezer hektár legelőterületen lesz erdősítés,
- 229 ezer hektár szántóföldön lesz erdősítés,
- 788 ezer hektár szántóföld átkerül a rét és legelő hasznosítási formába, végül
- 503 ezer hektár szántóföldön megmarad ugyan ez a hasznosítási forma, de kiterjesztes módon.

Prognózisuk szerint tehát az uniós csatlakozás akkor még 2001–2002-re várt bekövetkezése után viszonylag gyorsan 1,5–2 millió hektáron, azaz a művelés alatt lévő magyarországi földek negyedén vártak változást. A változások egyik uralkodó tendenciájának az erdősítést, a másikat a korábbi szántók gyepgazdálkodási ágba történő átkerülését tartották.

Részben a fenti szerzők előrejelzését középtáji szintre konkretizálva 2003-ban az alábbi térképet készítettük (1. ábra, Csorba 2003). Úgy gondoltuk, hogy a legkisebb változásra az erdőfedte hegyvidékeinken és a szántóföldi gazdálkodás számára legjobb körülményeket nyújtó feketefölddel fedett tájakon lesz. Ezért az Alföldön erős földhasználati stabilitásra számítottunk a löszvidékeken (Bácska, Körös–Maros köze, Jászság, Hajdúság) és a középhegységek előterében. Legerősebb földhasználati átrendeződést a csereháti, bodrogi, felső-Tisza-vidéki, Dunamenti tájakon vártunk, ahol gazdaságilag súlyosan lemaradó vidékeken alig látszott remény a vegyes szántóföldi vagy rét-legelőgazdálkodás fellendülésének. Ezeken a tájakon még az erdősítés is csak mérsékelt sikerrel kecsegtet. Az Alföld tájai közül igen erős földhasználati ágazatváltást jósoltunk a Duna mentén, és a Felső-Tisza-vidéken, erős átrendeződést a homoki tájakon (Duna–Tisza-köze, Nyírség) ill. a Tisza és a Körösök mentén.



1. ábra. Földhasználati változások valószínűsíthető mértéke középtájként  
(Csorba 2003)

1: csekély változás, 2: mérsékelt változás, 3: erős változás, 4: igen erős változás

### 3. Ágazati földhasználati tendenciák 1990–2006 között

A szocialista nagyüzemi gazdálkodás felbomlása és a földprivatizáció éveiben két erős tájszerkezeti változást okozott. Egyrészt mozaikosabb lett az ország mezőgazdasági hasznosítású területe, másrészt 4–5 évig igen sok paragon hagyott termőföld nyomta rá bélyegét a tájakra. Mindkét jelenség erős volt a hegy- és dombvidéki tájakon, és az Alföld kevésbé jó talajú vidékein; azaz a homoki és az alacsony fekvésű nedves területeken.

#### 3.1. A szántóföldi területeken lezajlott változások

A kiemelkedően produktív löszvidékeken lényegében folyamatosan fennmaradt a nagyparcellás szántóföldi művelésszerkezet, itt a magánbirtokosok is hamar felismerték, hogy a táblák feldarabolása csökkenti a gazdaságosságot (Antal 1994). Néhol kezdettől fogva nagy, 50–100 hektáros magángazdaságok jöttek létre, többnyire azonban 5–10 év kellett, mire bekövetkezett az erőteljes birtokkoncentráció, s nyomában ismét nagykiterjedésű szántóföldek határozták meg a táj képét. A mezőgazdasági tőkehiány néhány év alatt elsorvasztotta a néhány hektáron próbálkozó kényszerföldművelők reményét, s az ezredforduló idején már erőteljesen nőtt a bérelt, vagy felvásárolt földön gazdálkodó nagybirtokok aránya. A parlagföldek országos kiterjedése az 1993 körüli 7–8%-os csúcsról 3–4%-ra csökkent.

Az, hogy a privatizáció nyomán kialakuló törpebirtokok nem lesznek életképesek, azt előre látni lehetett (Süli-Zakar 1994). A közzgazdasági ésszerűség érvényesülésének pontos útja kevésbé volt világos, de húsz évvel ezelőtt is nagyjából úgy gondoltuk, hogy a legértékesebb szántóföldi területeinken a táj művelési és vizuális szerkezete nem fog lényegesen megváltozni.

### 3.2 Szőlő- és gyümölcskultúrák, kertészetek

Reménykedtünk viszont abban, hogy a hazai hagyományoknak kiválóan megfelelő speciális ágazatok; a szőlő- és gyümölcstermelés, a zöldség és más kertészeti termékek előállítása húzóágazattá erősödik, ahol a néhány hektáros magángazdaságok virágzó családi birtokká alakulnak. Sajnos e tekintetben a helyzet legalábbis ellentmondásos. A szőben forgó termékcsoportból a leghíresebb a szőlőtermelés, de ennek alföldi típusa nem az ágazat legpatinásabb része. Azt kell mondani, hogy az alföldi homoki szőlőtermelés paradox módon kisebb veszteségeket szenvedett el, mint a nagyhírű tokaji, egri, vagy Balaton-felvidéki termelés, és ennek valójában nem lehet felhőtlenül örülni. Az Alföld néhány középtáján domináns gyümölcstermelés (pl. a nyírségi alma, a kecskeméti sárgabarack) csakhamar komoly válságba jutott, amiből máig nem tudott kiemelkedni. A nagyvárosokat ellátó intenzív vegyes gazdálkodási övezet többnyire nem volt képes ellenállni a zöldmezős beruházások, a lakóparkok, a bevásárlóközpontok konkurenciájának, az 1970-es évektől kialakult erőteljes övezet felszabdálódott, a várostól távolabbra tolódott.

Az Alföldhöz leginkább kötődő sajátos beépítési típusról, a tanyarendszerről talán ennek a mezőgazdasági ágazatnak kapcsán érdemes szólni. A tanyarendszer a szocializmus évtizedeiben erős ideológiai-gazdasági nyomás alá került. Az 1970-es évekre csak a jó közlekedési helyzettel rendelkező, városkörnyéki övezetben lévő, városellátó szerepet játszó, azaz tej, gyümölcs, zöldség előállításra specializálódott tanyák tudtak talpon maradni (Beluszky 2001). Az 1990-es évek elején megszűnt a hátrányos ideológiai megkülönböztetés, s a földprivatizálással a tanyák körüli gazdálkodás élénkülése nagyban hozzájárult a vegyes, mozaikos földhasználat hirtelen felfutásához. A súlyos agrár-tőkehiány miatt azonban ez a periódus igen rövidnek bizonyult, ismét nőtt az elhagyott tanyák száma. Az utóbbi évtizedben a jól megközelíthető, kiépített infrastruktúrával rendelkező tanyák jelentős számban átalakultak hétvégi pihenőházzá, rekreációs helyszínné.

### 3.3 Rét- és legelőterületek

Úgy tűnik, indokolatlanul optimisták voltunk az állattenyésztéssel kapcsolatban, és ezen keresztül a rét és gyepgazdálkodás tekintetében is. Az uniós támogatási rendszer a hagyományos hús-gabona-kukorica vertikumnál jobban bátorította ugyan a külterjes állattenyésztést, ennek ellenére az állattenyésztési ágazat húsz éve kezdődött zsugorodását az uniós tagság sem állította meg. A rét és legelőgazdálkodás hazánkban egyébként sem számított élenjáró technológiákkal dolgozó területnek, az intenzív rétgazdálkodás hozamai mindig messze álltak a nyugat-európai szinttől, s ebben ma sem látszik áttörés. Ahol az alföldi tájat üde zöld gyepek tarkítják, annak nagy része természetvédelmi terület, mintsem intenzív rét, legelő.

### 3.4 Az erdőterületek

A földprivatizáció során lényegesen nagyobb terület maradt állami kézben az erdők-ből. Míg a többi ágazat esetében 85–90%-os, az erdők tekintetében csak 50%-os volt a privatizáció által magánkézbe került területek aránya. Igaz, hogy az alföldi erdők magánosítása valamivel nagyobb arányú volt, mint a hegyvidékieké. Különösen az 1990-es években a magántulajdonú erdőkben nem volt ritka az állományok túlhasználata, az állami erdők kezelői ezzel szemben többnyire kívárták a rendes vágásforgót és tervszerűbb volt a felújítás is.

Bár az utóbbi két évtizedben az Európai Unió egyik legerősebben támogatott földhasználati ágazata az erdőtelepítés volt, a hazai erdősítés programokat sokáig nem sikerült összhangba hozni az uniós elvárásokkal. Nem kapott támogatást pl. az 1996-ban, a korai előcsatlakozási időszakban benyújtott erdőtelepítési programunk. Később sikertelenül igyekeztünk pénzt szerezni erdőtelepítésre 2000–2003 között az ún. SAPARD előcsatlakozási agrár- és vidékfejlesztési programok keretében is, így egészen 2004-ig az erdőtelepítési program csak nemzeti forrásokra támaszkodhatott.

2001 és 2006 között – 70 ezer hektár erdő telepítésével – így is sikerült az ország erdősültségét 20,1 %-ra emelni, de ez nemzetközi összehasonlításban még mindig alacsonynak mondható a 15 régi uniós tagország 35%-os átlagához képest. Az más kérdés, hogy néhány uniós országban (Szlovénia, Észtország) már egyre gyakrabban beszélnek túlerdősödöttségről, s a 45–50% fölötti erdőborítottság valószínűleg valóban nem felel meg a közép- és nyugat-európai természeti adottságoknak, társadalmi-gazdasági viszonyoknak.

#### **4. Amit az űrfelvételek mutatnak...**

A földhasználati arányok eltolódása fontos információt nyújt az uniós mezőgazdasági, vidékfejlesztési, tájvédelmi, környezetvédelmi stratégiáinak kidolgozása során. A jó minőségű Landsat űrfelvételek elterjedtsége lehetővé teszi, hogy az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) által rendszeresített ún. CORINE-rendszerű minősítés segítségével megbízható képet kapjunk a 27 uniós tagország, továbbá Izland, Liechtenstein, Norvégia, Svájc és Törökország valamint 6 balkáni együttműködő tagország földhasználatának változásáról. A 44 alapkategóriába sorolt felszínborítási tipizálási módszert először az 1990-ben készült űrfelvételekre sikerült alkalmazni. Elkészült ugyanez a 2000-re és 2006-ra nézve is. Így a legkisebb elkülöníthető digitális térképi folt mérete 25 hektár, tehát csak az ennél kisebb földhasználati, területhasználati egységek – pl. tavak, erdőfoltok, utak – nem különülnek el.

Az utóbbi években a Földmérési és Távérzékelési Intézet munkatársai több cikket publikáltak a három említett időpontban rögzített földhasználati szerkezet összehasonlításáról (Büttner 2010). Megállapították, hogy 1990–2000 között évente átlagosan 417 km<sup>2</sup>-en, 2000 és 2006 között pedig kicsit több, évente 443 km<sup>2</sup> nagyságú területen változott a földhasználat. Ez azt jelenti, hogy évente az ország területének 0,5%-án változott a földhasználat. Ha feltételezzük, hogy adott helyen a két évtized alatt csak egyszer változott a földhasználat, akkor azt mondhatjuk, hogy 10 év alatt az ország területének 5, 20 év alatt 10%-án változott a földhasználat. Ez a változási ütem látszólag csekély, összehasonlítva más európai országokban mért változással, azonban mégsem kevés; ha ezúttal az erdők területének változásától eltekintünk, akkor Csehország és Spanyolország után a harmadik legnagyobb területhasználati változás hazánkban zajlott le. A további fontosabb megállapítások a következők voltak:

- 1990–2000 között a korábbi szántók paragon maradtak, vagy legelővé alakultak, 2000 óta inkább új erdők és a gyümölcsösök jöttek létre. Az ezredforduló óta a gyümölcsösként használt területek kiterjedése évente kb. 20 km<sup>2</sup>-el nőtt.
- Sajnos 2000 óta az erdőállomány gyarapodása megállt, az erdők nagyobb százaléka került a biomasszárt felhasználó erőművekbe, mint amennyi új erdőt telepítettek.
- A rétgazdálkodás Magyarországon továbbra is stagnál, és sajnos csökkent a szőlőterület is. A vártnál is nagyobb helyigénye van a különféle lakóterületi ipari és

infrastrukturális beépítéseknek. A művelésből kivett területek aránya 1990-ben még csak az ország területének 11%-a volt, ma már több mint 16%-a!

- Az elmúlt két évtized legnagyobb horderejű változása, hogy az országnak már 22%-a természetvédelmi terület. Ez főleg a Natura 2000 területek kijelölésének köszönhető.

## 5. Jövőkép a klímaváltozás fenyegető árnyékában

A klímaváltozás várható területhasználati következményeit a következő tényezők alapján lehet megítélni (Csorba 2008):

- a szántóföldi kultúrák területi eloszlásának változása,
- a klímaváltozás hatása az erdőkre,
- vízfelületek kiterjedése,
- zöldfelület-gazdálkodásra gyakorolt hatás,
- talajban lejátszódó folyamatok becslése,
- a domborzat változása (beépítések, infrastruktúra, bányászat).

### 5.1 Az Alföld tájainak változása a várható klímamódosulás hatására

Feltehetően megtartja a mára kialakult pozícióit a *szántóföldi gazdálkodás*. A legjobb termőhelyi adottságokkal rendelkező tájakon; a Hajdúháton, a békési a bácskai löszvidékeken, megmarad az öntözéssel kiegészített intenzív nagyparcellás szántóföldi gazdálkodás tájszerkezetet meghatározó jellege.

Úgy gondoljuk, hogy a legnagyobb tájmegjelenési változás a *vegyes szántóföldi kultúrákkal* jellemezhető tájegységekben fog bekövetkezni. A kunsági, Körös-menti, dél-hevesi gyenge termőképességű mezőgazdasági tájakon erőteljes földhasználati átrendeződés várható. A tájak megjelenése itt fog a leginkább változni. A vegyes szántóföldi gazdálkodás fennmaradásának – erős zöldség és gyümölcsprofillal keverten – inkább csak a nagyvárosi ellátó övezetben lesznek meg a gazdasági feltételei. A megyeszékhelyek 10–25 km-es körzetében várhatóan fennmarad ez a vegyes típusú gazdálkodás. Különösen ott, ahol erre a talajtani adottságok és a vízutánpótlási lehetőség is kedvező feltételeket nyújt, pl. Debrecen, Szolnok és Szeged nyugati (hajdúhádi, Zagyva-menti, röszei) előterében.

Az Alföld néhány tájegységén meghatározó földhasználati típust képviselnek a *szőlő és gyümölcshévedvények*. A nagytáj ÉK-i részét egykor jellemző nagy almatermelés ma már a múlté, a Duna–Tisza közti szőlőművelés azonban még helyenként tájmeghatározó erővel rendelkezik. A jövője az erőteljes klímaváltozás esetén megkérdőjelezhető, ingatag piaci pozíciója alapvetően nemigen tudja ellensúlyozni a termelési feltételek romlását, az újabb tőkebevonási igényt.

A klímaváltozás egyértelműen kedvezőtlen az *erdei ökörendszerek* számára, tehát kézenfekvő volna az Alföld erdőszűkségének csökkenését előrejelezni. Másrészt azonban az EU kifejezetten preferálja az erdőtelepítést, és ezt kívánja a társadalmi szükséglet is; rekreációs, természetvédelmi és tájésképítési indokok alapján. Jelenleg úgy tűnik, hogy a kedvezőtlen természetes folyamatok (már amennyiben a globális klímaváltozás természetesnek nevezhető) ellenére növekedni fog a tájak erdőszűksége. Ennek elég komoly tájképformáló, és táji működést módosító hatása lesz: pl. a Nyírségben, a Duna–Tisza közti hátságon, az észak alföldi hegylábi előtereken, a nagyobb folyók közvetlen árterei-től távolabb, a Felső-Tisza-vidéken, a Berettyó–Körös-vidéken is.

Nagy kérdés, hogy milyen sors vár azokra az ökológiai *zöldfolyosókra*, amelyeknek országos, ill. nemzetközi hálózatba szervezése az elmúlt évtized természetvédelmi törekvéseinek nyomán épp-hogy elkezdődött. A kisebb vízfolyások, tereplépcsők, nedves élőhelyek hatékonyabb ökológiai összeköttetését szolgáló telepített, vagy megerősített erdősávok, ún. stepping stone típusú megszakított élőhelyek rendszerének fenntartása, erősítése kiemelt természetvédelmi feladat, ugyanakkor ezek a tájelemek nyilvánvalóan a klíma szárazodásának elsőszámú áldozatai is lehetnek. Úgy gondoljuk, hogy a legerősebb ilyen típusú elemeket a Tisza és a Körösök mentén nemigen fogjuk elveszíteni, máshol azonban ezek az ökológiai összekötő kapcsok komoly funkcionális veszteséget szenvedhetnek.

A hazai mezőgazdálkodás évtizedek óta gyenge teljesítményt mutató ágazata az alföldi legeltető állattenyésztés. Az intenzív *gyepgazdálkodásnak* alig említhetők jellegzetes tájegységei, s a külterjes, hortobágyi, a kiskunsági állattartást is inkább a természetvédelem érdeke tartja fenn. Szabadon legelő állatállományt alig látni az Alföldön, a városkönyéki ellátó övezetben is inkább az istállózó forma jellemző. A falusi állattartás csak szórványosan képvisel tájalakító hatást – leginkább az folyómenti ártereken. Az elvi uniós támogatottság ellenére úgy tűnik, hogy ez az ágazat – legalábbis az Alföldön – a közeljövőben sem fog felmutatni tájalakító hatású fejlődést.

A *vizes térszínnek*, kisebb vízfolyások, tavak, nedves rétek területi arányának globális felmelegedés hatására határozottan vissza kellene szorulni. Ehelyett több mint valószínű, hogy pl. az Új Vásárhelyi Terv keretében néhány évtized múlva a Tiszamenti tájak meghatározó részei lesznek az állandóan vagy időszakosan vízzel borított felszínnek, a városok környékén szaporodnak a rekreációs jóléti tavak, de a nemzeti parkok is úgy tervezik, hogy növelik a nedvességhez kötött ökoszisztémák kiterjedését.

A kisebb vízfolyásokat kísérő vizes élőhelyek, morotvatavak jövője már több kétséget ébreszt. Nem kétséges, hogy a víz stratégiai erőforrás jellege a Kárpát-medencében is erőteljesen növekedni fog. Az országhatáron átengedett víz mennyisége és minősége borítékolhatóan komoly konfliktusok forrása lesz az elkövetkező évtizedekben. Az általános vízhiány valószínűleg veszteségeket fog okozni a Szamos, a Kraszna, a Bodrog, a Körösök mentén lévő nedves élőhelyekben, amelyet bizonyára a természetvédelem sem lesz képes maradéktalanul semlegesíteni.

Időről-időre felbukkan a Duna–Tisza közti homokhátság vízpótlásának terve, de legalábbis egy átkötő csatorna megépítése a két nagy folyónk között. Ennek megvalósítása természetesen említésre méltó tájváltozást eredményezne, és indokoltságát a várható klímaszárazodás csak növeli. Kérdés, hogy lesz-e politikai-gazdasági elszántság, esetleg uniós segítség egy ilyen óriási beruházás megvalósításához. Budapest közelsége, az uniós vidékpolitika preferenciái tükrében néhány évtizedes távlatban jó esélyt adhatunk ennek a tervnek a kivitelezéséhez.

Az Alföld változatos *talajtípusaira* a klímaváltozás eltérő hatással lesz. A hidromorf talajokat nyilvánvalóan a kiszáradás fenyegeti – a talajok osztozni fognak a vizes-nedves élőhelyek sorsában. Ahol lokálisan víztöbbletet biztosít az ember – víztározók mesterséges tavak környékén – a hidromorf dinamika fennmaradhat, de összességében az Alföldön mindenképpen a talajtani kiszáradás tendenciát valószínűsíthetjük. Különösen markáns változást lehet prognosztizálni a szikesedés tekintetében, aminek már tájképi következménye is lehet. A sziksós foltok környékén széthúzódó növényzet, a kopárok területének gyarapodása akár kistáji szinten is látható következménye lehet a klíma megváltozásának. Ilyen tendenciára az Alföldön nemcsak a Hortobágyon, a Borsodi Mezőségben, a Jászságban, a Duna menti síkságon és a Duna-Tisza

közén lehet számítani, hanem a Tiszántúl kiterjedt középső és déli tájain is. A melegedő, szárazodó klíma a természetes talajfolyamatokat a szikesedés és a sztyeppesedés felé tereli, amit azonban az aktuális földhasználat is számottevően befolyásol. Az erős szikesedési, a réti talajokon a sztyeppesedési tendencia megállítása természetesen költséges ellenlépéseket kíván, ha művelésben akarjuk tartani a területet, ami a termelés gazdaságosságát rontja. Az alföldi homokvidékeinket nagy valószínűséggel erősebben fogja fenyegetni a defláció – de a szárazodó tavaszokon a levegő magas porszenyyeztsége általános környezetvédelmi probléma forrása lehet.

A mezőgazdasági művelésből kivont területek valószínűsíthető gyarapodása a természetközeli tendenciák visszatérését fogja jelenteni. Csökken a talajok fizikai és kémiai terhelése. Ugyanakkor igen erős terhelés éri azokat a talajokat, ahol a földművelés egyre intenzívebbé váló módszereivel folytatódik a termelés. Az alföldi talajok érzékenysége a klímaváltozással szemben közepes mértékű, hiszen ma már jóval kevesebb hidromorf talajú terület van, mint a vízrendezések előtt. Az öntözött területek arányának várható növekedése azonban felveti a másodlagos szikesedés veszélyének fokozódását is.

A *domborzat* mint tájalkotó tényező változását a klimatikus adottságok ártrendeződése következtében alföldi körülmények között csekélynek ítéljük. Az eredeti terepviszonyokat a *bányászat* és a beépítés módosítja valamelyest. A bükkaljai lignitkitermelés valamint a homok és kavicskitermelés kistáji szinten legfeljebb a Sajó hordalékúpon – Nyékládháza-Muhi környékén –, valamint a Duna menti síkság északi részén a Csepeli-síkon eredményezhet jelentős változást a táj működésben és megjelenésében.

A *beépítések*, a zöldmezős ipartelepek, a terjeszkedő települések markáns domborzati változást idéznek elő a korábbi geomorfológiai adottságokkal összevetve. A beépítésnek ezen kívül igen drasztikus településökológiai következményei vannak minden tájalkotó komponensre nézve, a talajviszonyoktól, a vízbeszivárgásig, a besugárzástól a növényzetig mindenre. A ránk váró klímaváltozás szempontjából a domborzat mikrováltozatosságának annyi előnye lehet, hogy a domborzati egyenetlenségek elősegíthetik kisebb hűvös légtavak kialakulását, a beépítések azonban általában egyébként is felsivatagi körülményeket teremtenek. A nagyvárosi beépítés tehát mindenképpen előnytelen, a *városhklíma* nagyon hasonlít a regionálisan ránk váró tendenciához: magasabb hőmérséklet és ariditás.

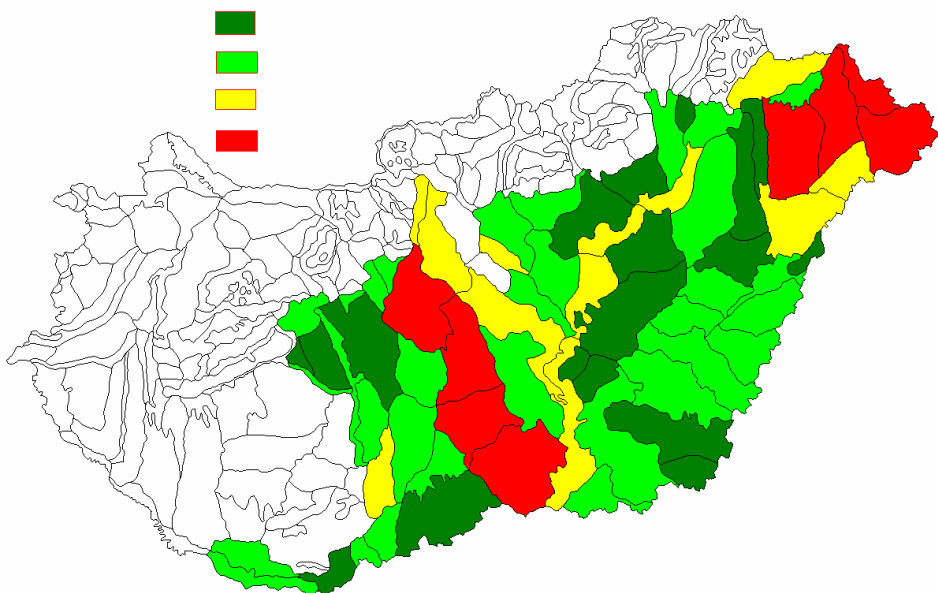
Nem véletlen, hogy a modern várostervezés maximális erőfeszítéseket tesz a *zöldfelületek* gyarapításáért. Nem kétséges, hogy nálunk is érvényesülni fog a beépítési zsúfoltság csökkentését, a zöldfelületek növelését, a vízfelületek kialakítását célzó törekvés.

A nagyobb *folyók mentén* kistáji szinten is számottevő tájképi, tájműködési következményekkel fog járni a vízparti rekreációs célú beépítések szaporodása.

## 5.2 A klímaváltozás várható tendenciái kistáji szinten

A fentiekben jelzett forgatókönyv megállapításait a természetföldrajzi táji kerektekben ábrázoltuk (Csorba 2008). Az Alföld kistájai közül a legerőteljesebb változást a 2. ábrán pirossal jelzett kistajak esetében várjuk: Csepeli-sík, Kiskunsági homokhát, Bugaci homokhát, Dorozsma–Majsai homokhát, továbbá a Közép-Nyírség, az Északkelet-Nyírség, a Beregi-sík, végül a Szatmári-sík. Ebbe a kategóriába esett a 70 alföldi kistáj közül 8, az Alföld területének 19 százaléka. Ezzel szemben nagytáj 25%-án (18 kistáj) a klímaeltolódás előrejelzésünk szerint nem fog jelentős tájképi, tájműködési, területhasználati változásokat eredményezni.





2. ábra. Az Alföld kistájainak érzékenysége a klímaváltozásra.

Sötétzöld: csekély változás, világos zöld: mérsékelt változás, sárga: erős változás, piros: igen erős változás

## Irodalom

- Ángyán J.–Fésüs I. 1998: Magyarország földhasználati zónarendszerének kidolgozása az EU-csatlakozási tárgyalások megalapozásához. – Alapozó modellvizsgálatok munkaközi anyaga III. GATE 50 p.
- Antal Z. 1994: A magyar mezőgazdaság átalakulása 1989–1994 között. In: Jáki K. (szerk.) Földünk-környezetünk. Győr, 4–26 pp.
- Beluszky P. 2001: A Nagyalföld történeti földrajza. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 274 p.
- Berényi I. 1993: Az Alföld földhasznosítási szerkezetének várható átalakulása. Tér és Társadalom 7. (3–4), pp. 67–76.
- Büttner Gy. 2010: Magyarország 1990–2000 és a 2000–2006 közötti felszínborítás-változásainak összehasonlítása. In: Lóki J.–Demeter G. (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában. Debrecen, pp. 89–95.
- Csatári B. 1995: Az Alföld helyzete és perspektívái: Alföld Kutatási program 1991–1994. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, 99 p.
- Csatári B. 1998: Az Alföld és az európai területfejlesztése perspektívák. Tér és Társadalom 4. pp. 1–19.
- Csorba, P. 1991: Change of Land use – Change of Political and Economical System in Hungary. Proceedings of International Association for Landscape Ecology, Roskilde Univ. Centre, Denmark, Vol. 1. pp. 31–35.
- Csorba, P. 1996: Changes in land use structure due to land privatization in Hungary. In: Jongman, R. (Ed.) Ecological and Landscape Consequences of Land Use Change in Europe, ECNC Publ. ser. Man and Nature, Vol. 2. pp. 336–349.
- Csorba, P. 2000. The transformation of landscape ecological structure following the land privatisation in Hungary after 1989. In: Mander, Ü.–Jongman, R. (Eds.) Consequences of Land Use Changes, Advances in Ecological Sciences 5, WIT Press, pp. 185–198.

- Csorba P.–Novák T.–Kalenyák E. 2001: A magyar tájak védelme az európai uniós csatlakozás küszöbén. A Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei, SZTE TTK Természeti Földrajzi Tanszék, CD, ISBN 963 482 544-3
- Csorba P. 2003: Magyarország középtáinak várható területhasználati változása az Európai Unióhoz történő csatlakozás következtében. In: Csorba P. (szerk.): Környezetvédelmi mozaikok, Tiszteletkötet Kerényi Attila 60. születésnapjára, Cívis-Copy Kft, pp. 243–255.
- Csorba, P.–Novák, T. 2003: Veränderungen der Landschaftsstruktur und Landnutzung in Ungarn nach dem EU-Beitritt. In: Bastian, O.–Grünwald, K.–Schanze, J.–Syrba, R.-U.–Walz, U. (Hrsg.): Bewertung und Entwicklung der Landschaft, Ergebnisse der Jahrestagung IALE-Deutschland 2002 in Dresden, IÖR–Schriften, Band 40, pp. 199–209.
- Csorba P.–Lóczy D.–Mezősi G. 2004: Recent landscape research in Hungary. BELGEO, 3-4. pp. 289–300.
- Csorba P. 2008: Az Alföldi környezet és a táj az éghajlatváltozások tükrében. Helyünk a világban – alföldi válaszok a globalizáció folyamataira. IV. Alföld Kongresszus, Békéscsaba 2009 nov. 27–28. pp. 45–54.
- Frisnyák S. 1996: Magyarország történeti földrajza. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 213 p.
- Fülek Gy. (szerk.) 1997: A táj változásai a Honfoglalás óta a Kárpát-medencében. GATE, Gödöllő, 455 p.
- Fülek Gy. (szerk.) 1999: A táj változásai a Kárpát-medencében. Gödöllő, 432 p.
- Somogyi S. 1987: Relationship between environmental changes and human impact until the 9<sup>th</sup> Century. In: Pécsi M.–Kordos L. (Eds.) Holocene Environment in Hungary, MTA FKI Budapest, 150 p.
- Somogyi S. (szerk.) 2000: A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai Magyarországon. MTA FKI, Budapest, 302 p.
- Süli-Zakar I. (szerk.) 1994: A vállalkozásélénkítés agroökonómiai, szociológiai és szocio-geográfiai problémái hátrányos helyzetű Alföldi térségekben. Debrecen, KLTE, 119 p.

# AZ ALFÖLDI TERÜLETHASZNÁLAT ÉS VÁLTOZÁSAINAK ÉRTÉKELÉSE

*Kovács Ferenc\**

## 1. Bevezetés

Az embernek a környezetéhez, vagy a tájhoz kötődő kapcsolata elsősorban a területhasználat jellegében, változásában mutatkozik meg. Ha körülnézünk területünkön, tudhatjuk, hogy például a megművelhetőség lehetősége, illetve a termelt növények milyensége, vagy a beépíthetőség lehetősége, a mesterséges felszínek térhódítása mind rendkívül összetett természeti–társadalmi–gazdasági folyamatok eredményeként alakultak ki, és alakulnak napjainkban is. A felszínfedettség változása kimutathatja, hogy az egyes döntések hogyan hatnak az adott régió véges természeti erőforrásaira és tágabb környezetére, illetve azt is, hogy a talaj használata kulcsváltozóznak tekinthető a globális változások vizsgálatában is. A politikának köszönhetően 15 év alatt a hazai földhasználati szerkezetben két gyökeres fordulat történt: a földprivatizáció és az uniós csatlakozás. Utóbbi mintegy 1,5 millió hektárt érint, az ország területének 15%-át (Csorba 2003). Feranec et al. (2000) szerint 1970–1990 között Magyarország területének körülbelül 1,5–2 %-a változott, mely érték a rá következő 10 év alatt megduplázódott.

A 18. sz. elején megfigyelhető „össállapot”-hoz képest az elmúlt 250 évben jelentősen átalakult a területek növényzete, melynek fő oka az emberi tájhasználat változása volt (1. táblázat). Ha az ember környezet átalakítása az Alföldön ma még nem is látványos, kellő kontrol hiánya esetén jelentősen túlnőhetnek akár a folyószabályozás következményein is. Ma egyelőre a tájhasználat-változás a domináns, de a közeljövőben a klímaváltozás léphet előre, főleg, hogy az agrárgazdasági régióknak egyik fő gondja az aridifikáció (Rakonczi 2003). Az aszálygyakoriság fokozódásával egyesek már „elsivatagosodásról” beszélhetnek.

*1. táblázat. A területhasználat változásai a Duna–Tisza közén (CLC90, -2000, -2006, Harmati 1994 alapján saját feldolgozás)*

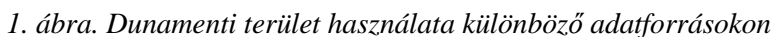
év	erdő (%)	rét-legelő (%)	szántó (%)
10. század	35	na.	na.
18. század	4,5	48	26,5
1850	5	39,4	37,9
1895–1900	7,2	29	53,6
1935	6,6	21,2	58,9
1956	8,3	18,5	56,6
1990	15,4	14	60
2000	18,2	13,5	57,3
2006	19,9	13,8	55

Nem véletlen, hogy a tér- és időbeli kapcsolat-rendszereket vizsgáló földrajztudományt több évszázadra, évtizedre, vagy akár néhány évre visszatekintve is kiemelten érdeklik az említett folyamatokat és állapotokat rögzítő területhasználati foltok és hatá-

\* Dr. Kovács Ferenc egyetemi adjunktus, PhD, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

160

Az állapotok, változások rögzítéséhez szükséges adatokat tekintve fő probléma a megfelelő számú és minőségű térbeli adat (1. ábra).



Nagy területekre vonatkozóan, legkorábban topográfiai térképek a 18. század második felétől érhetők el, de pontosnak elsőként csak a 19. századi III. katonai felmérés szelvényei nevezhetők. Ez az 1:25.000 méretarányú katonai térképi állomány lehet az a kiindulási alap, melyet kiegészíthetünk a hasonló léptékű 20. sz-i felújításokkal (pl. 1919–23), az 1950-es évekbeli felvételezéssel, és a napjainkban készülő Vtopo25 digitális állománnyal. Ezt a 120–130 évre visszatekintő értékelést segítheti a széles körben ismert, 1:50.000-es katonai térkép a DTA50, illetve a polgári térképezés 1980-as, 1990-es évekből származó 1:10.000-es adatai. A térképek digitális formátumban is elérhetők, ám a DTA50-et és a Vtopo25-öt már topográfiai adatbázisoknak nevezzük, mert egységes platformot biztosítanak az országos, regionális és lokális térinformatikai rendszerek számára is. Hasznos előrelépés, hogy a jövőben összehangolják a polgári és a katonai topográfiai adatbázisok szerkezetét, tartalmát.

A meglehetősen statikus térkép alapú módszerek feloldására alkalmas légifelvételekkel, műholdképekkel az utóbbi fél évszázadra vonatkozóan akár nagy méretarányban is modellezhetünk. Az 1950-es években kezdődő légifotózásokkal egy-egy területre vonatkozóan átlagosan tíz évente rendelkezünk jó minőségű képekkel. Az időfelbontás és a képek használhatósága jelentősen javult a 2000. évvel kezdődő, napjainkig háromszor végrehajtott országos légifelvételezés programokkal, melyek eredményei az 1:10.000-es léptékben használható ortofotók.

A távérzékelés térhódítása az 1980-as évek közepétől kezdődött. A ma már egyre hétköznapiabb használatú műholdképek közül a legismertebbek a közepes felbontású LANDSAT és SPOT termékek, illetve a fotogrammetriai minőségű IKONOS és QuickBird képek. A geometriai- és időfelbontás látványosan javult a közelmúltban, amit a szabadon elérhető adatbázisokkal (pl. USGS) és a műszaki fejlesztésekkel biztosítanak (GeoEye, World View, Rapid Eye). Ez az a forrás, amivel – ha a költségvetésünk engedi – akár napi szinten is gyűjthetők egy-egy területről a kiváló minőségű adatok.

Műholdképes adatoknak köszönhetőek azok a felszínborítottságot rögzítő közepes méretarányú CORINE Land Cover (CLC) térképek, amelyek folyamatosan készülnek európai regionális elemzésekhez. Az EU által koordinált, az összehangolt környezeti politikát támogató program 1990-ben, 2000-ben és 2006-ban kiadott, egységes kategóriarendszerű, 1:100.000 méretarányú térképein az aktuális állapotokon kívül az immár 16 éves változások is nyomon követhetők (Mari 2010). Tanulmányunk szempontjából ez az adatforrás, ami a legalkalmasabb a közel 51.000 km<sup>2</sup>-es területünk, az Alföld átfogó jellemzésére.

### **3. A jelenlegi területhasználat és kialakulása**

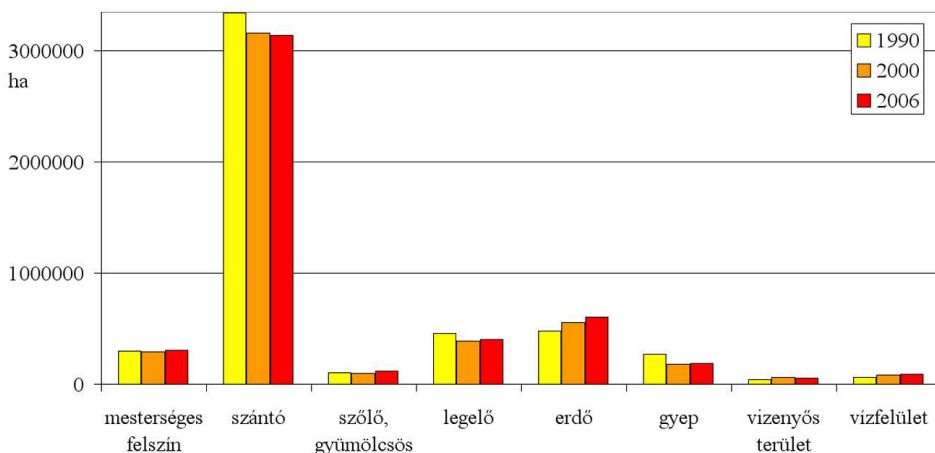
A legaktuálisabb, 2006. évi felmérést tekintve az Alföld felszíne meglehetősen homogén megjelenésűnek tűnik, hiszen területének 75 %-a mezőgazdasági, elsősorban szántóföldi hasznosítású, jelentős részben nagytáblás szántóföldekkel. Jellemző, hogy még a pontosabb CLC50 szerint is százezer hektáros összefüggő táblák foglalják el a Körös–Maros közét, az Észak-Alföldet, a Mezőföldet, vagy a Berettyó–Körös-vidéket. Igaz a hortobágyi gyepek felveszik versenyt ezekkel a méretekkel, de a legkisebb foltméretű, legszétaprózottabb felszínnek jellemzően az ilyen kvázi természetközeli gyepek, erdős-, illetve a vizenyős területeken tapasztalhatók. Az átlagos megjelenésnél sokkal heterogénebb térbeli képet a Nyírségben és a Duna–Tisza közén találunk. A szántók ugyan itt is elfoglalják a felszín körülbelül 50 %-át, de elsősorban az erdők aránya (kb. 21–25 %) az, ami jelentősen meghaladja az alföldi átlagot.

A természetközelinek nevezett területek részaránya 15%, aminek több mint 3/4-e erdő (főleg lombos erdő), 1/4-e gyepek, illetve rét. A vizes-vizenyős térszín aránya ma alig több mint 2%, jóllehet ez a vízrendezések előtt még 30–35 % volt (Somogyi 2000)! Az Alföld 7%-a áll természetvédelmi védetség alatt és az említett felszín jelentős része ilyen, védett területeken található. Az állóvizek 32%-a, az erdők 13%-a és a gyepek 80%-a található nemzeti parkban, tájvédelmi körzetben. Igaz ezeken a védett területeken viszonylag nagy részarányban (24%) jellemző a mezőgazdasági funkció is, nevezetesen a szántóföld, a rét és a legelő. A védetséget kiegészítik még majd egymillió hektárral a Natura 2000 program szerinti területek, melyek közül kiemelhetők a Hevesi-síkon, vagy a Bihari-síkon található gyepek.

Az Alföld 4%-a mesterséges felszínnek tekinthető, mely az utóbbi 16 év alapján – érdekes módon – az egyik legkevesbé változó kategória.

### 3.1. A kategóriacsoportok közötti változások

Az eddig lefolytatott három CLC felmérés alapján 1990–2000, és 2000–2006 között is rendelkezésre állnak változási adatok (2. ábra).

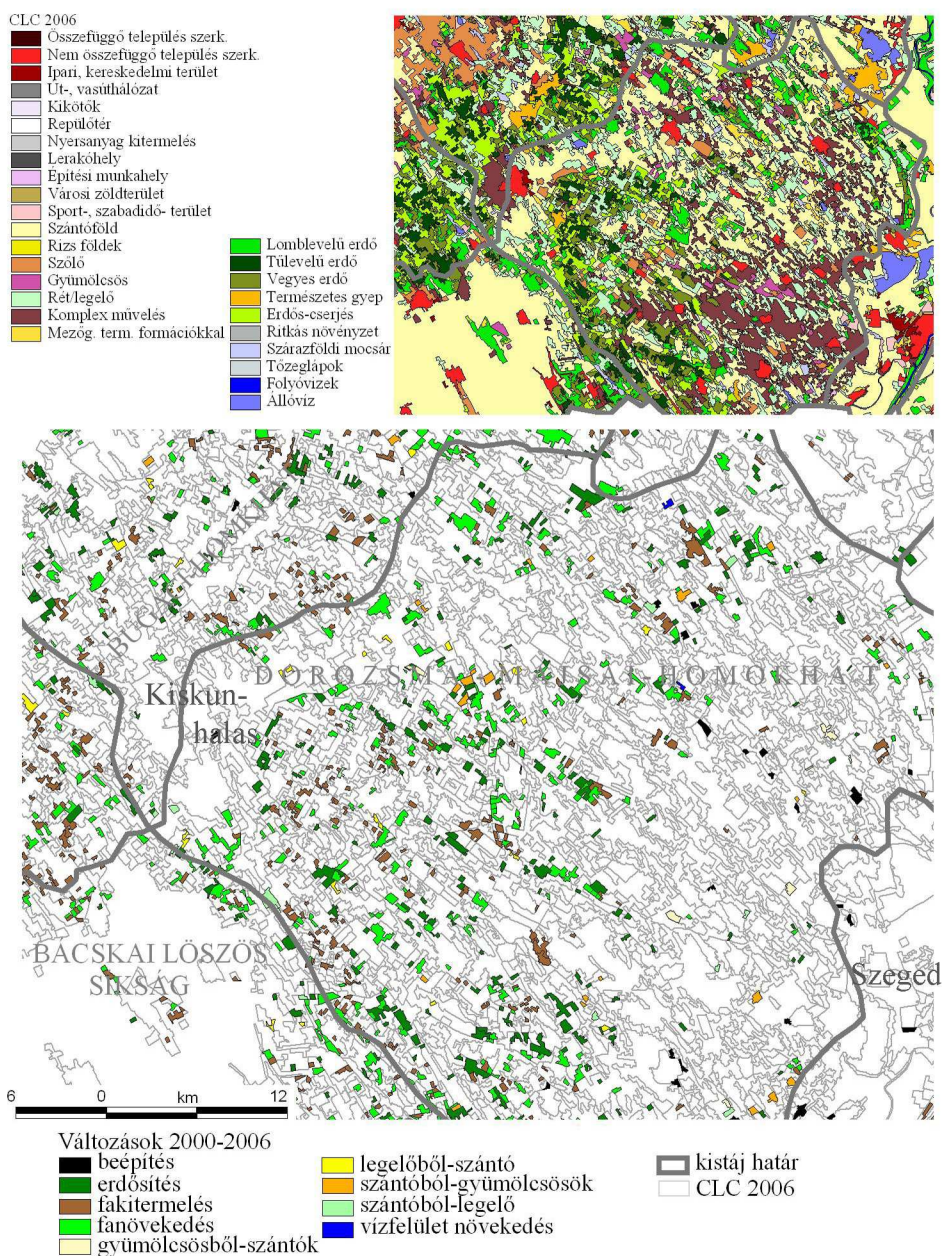


2. ábra. A felszínfedettség változása az Alföldön (1990–2006)

Az összes változást tekintve a két időszakban 21.940 ha/év-et, illetve 28.770 ha/év-et tapasztalhatunk; vagyis mintha manapság a Rétköz, vagy a Tápóvidék teljes területe változna meg egy év alatt. A területhasználat térbelisége alapján várható volt, hogy a változást szenvedő területek eloszlása sem nevezhető homogénnek: a Duna–Tisza közti síkvidéken és a Nyírségben találjuk a változó területek több mint a felét (3. ábra).

Mezőgazdasági területeken szembejövő a szántók csökkenése, ahol az évek során több tízezer hektárnyi területet elsősorban erdősítettek, illetve legelőként, gyümölcsösként hasznosítanak. Így a lombos erdő, illetve a cserjés osztályoknak köszönhetően az erdő kategória folyamatos növekedése még jelentősebb mértékű, ami mindenképpen pozitív folyamat, lévén, hogy az egyik legnagyobb hazai probléma az erdők alacsony aránya. A többi kategórián belül nem találunk látványos különbségeket, de a mesterséges területek, és a gyümölcsösök lassabb növekedése, vagy a legelők és a gyepek ingadozóbb területi értékei, illetve az amúgy is legkisebb kategóriának, a vizenyős térszínnek a visszaesése jól látszódik.





3. ábra. Változó területek térbeli eloszlása a Duna–Tisza között

Átlagosan 20 ha-os méretű foltok használata változott meg. A 6 év alatt módosuló legnagyobb, akár félezer ha-os területeken szántók szűntek meg, illetve erdők nőttek fel.

A térkép által tartalmazott öt kategóriacsoport összes lehetséges változástípusait figyelembe véve 2000–2006 között a három legnagyobb terület az összes térképezett változási terület több mint 92%-át fedi le (2. táblázat). A változáscsoportokhoz megadhatók a térképezés legrészletesebb szintjén kimutatott, a folyamathoz kapcsolódó, meghatározó osztályszintű változásai.



2. táblázat. A CLC 1. szintű kategóriáinak a 2000–2006 közötti változási mátrixa (az összes változásra vonatkozóan), kiemelve a legnagyobb értékeket

2000/2006	Mesterséges területek	Mg-i ter.	Erdő, természet közeli	Mocsarak	Vizek
Mesterséges területek	0,7 %	0,1 %			
Mezőgazdasági területek	4,6 %	22,3 %	20 %		1 %
Erdők, természetközeli ter.	0,2 %	0,2 %	50,4 %		0,1 %
Mocsarak					
Vizek					

Valamennyi kategória háromszintű. Az egy kategórián belüli százalékos érték a szintek közötti változásra utal. A 0,1 %-nál kisebb változásokat nem tüntettük fel.

A legnagyobb területű változások mindkét időszakban az erdőkitermelés és erdő-növekedés ellentétes folyamataira vezethetők vissza. Az utóbbi években éves szinten több mint 8100 ha-on történt fanövekedés, illetve 5700 ha-on kivágás. Az Alföld ezekkel az értékekkel példamutató, mivel országos léptékben az erdőkitermelés hangsúlyosabb (Büttner 2010). Az erdősítés kiemelkedő az amúgy is több fásszárúval rendelkező Duna–Tisza közti síkvidéken, illetve a Nyírségben. Az agrártájak közül a Duna- és a Tisza-menti tájakon jellemzőek az erdősülő árterek, ilyen például a Közép-Tiszavidék.

A második legnagyobb területű különbségek – a mezőgazdasági területeken belüli változások – is megegyeznek a vizsgált időszakokban. Elsősorban két egymással ellentétes változás-párnak köszönhető az évente 6400 ha-on jellemző folyamat. A legelők (parlagterületek) szántóvá alakítása, továbbá a szántók legelővé (parlaggá) alakulása az adott terület több mint 40%-án jellemzők, ahol az egyenleg a szántó növekmény javára billen el, 326 ha/év értékben. E területek főleg az Alföld középső, illetve keleti-délkeleti részén jellemzőek. Az új gyümölcsösök létesítése szántók helyén, illetve a gyümölcsösök szántóvá alakítása együttesen a kategórián belüli változások 40%-át érintik. Az ÉK-Alföldre különösen jellemző folyamatot jól mutatja a Közép-Nyírség, az Északkelet-Nyírség, a Szatmári-sík, ahol majd 150–180 ha-os szántótablák alakultak át. A változás-párban netó gyümölcsös területnövekedés jellemző, 1670 ha/év mértékben.

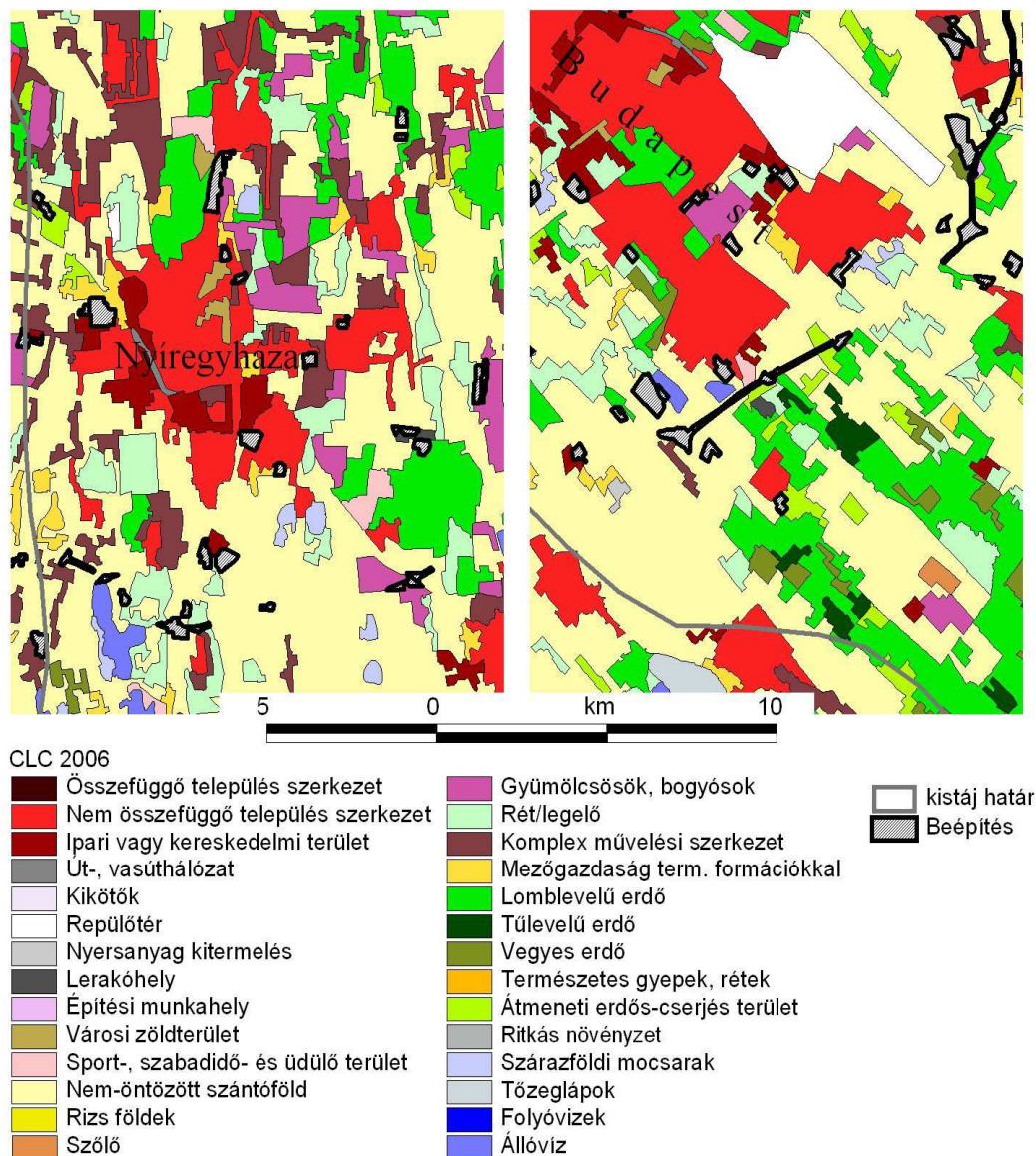
A 2000-ben még erdősnak minősíthető, de változó terület 99%-a napjainkban is ebben a kategóriában található. Viszont a 2006. évre erdősülő terület majd 30%-a még mezőgazdasági hasznosítású (elsősorban szántó) volt az ezredfordulón és a 2000. évre erdősülő területeknél 20%-os értékkel figyelhető meg ugyanez a folyamat. A 2. táblázat szerint ez a harmadik a legjelentősebb változások között, ami hosszú távon biztosíthatja az országos erdővagyon növekedését.

Jelentős még a mesterséges területek kialakulása, ami elsősorban a szántók rovására ment végbe, és amelyek helyén a térkép szerint egyelőre építés alatt álló területek vannak, illetve külszíni nyersanyag-kitermelés folyik. A főváros és a nagyvárosok (pl. Nyíregyháza) környezetében, valamint a nagyobb útépitéseken (pl. M0) és az építésükhöz szükséges közeli homok- és kavicsbányáknál találhatók a beépülő felszínek (4. ábra).

A bemutatott folyamatok által mutatott kép nagyon vegyes, de az utóbbi években összességében pozitív folyamatokat figyelhetünk meg az Alföldön. Az erdőterületek növekedése környezetvédelmi szempontból is jó és biztosíthatja az alacsonyabb termelékenységű területek gazdaságosabb hasznosítását. A mezőgazdasági területeken a valószínűleg kedvező gazdaságpolitikának köszönhetően végbement területcserék pedig a

nagyobb piaci értékű termékek létrehozását segítik elő. Az építés, az infrastruktúrális fejlesztés önmagában pozitív folyamat is lehet, igaz valamilyen felszíneket el kell foglalnunk, amelyek megmentése – jelen esetben a szántóké – gyakorlatilag elkerülhetetlen.

Az eredmények áttekintésénél azonban fontos, hogy számoljunk az adatbázis korlátaival, mint például a méretarányból, legkisebb térképezési egység méretéből, a generalizálási szabályokból származó hibákkal (Mari 2010).



4. ábra. Beépítések 2000–2006 között Nyíregyháza és Budapest környezetében

#### 4. Összegzés

A kész felszínfedettség adatokra alapuló értékelés tovább részletezhető a rendelkezésre álló adatokkal, a 18–19. századtól napjainkig egyre nagyobb részletességű térképekkel, képekkel. Igaz, időben visszafelé haladva az időfelbontás meglehetősen ritka, de az utóbbi évtizedekben akár évszakos felbontásban is megfigyelhetők a tájak, amivel nagyon jól megalapozhatók olyan tevékenységek, mint a környezeti folyamatok modellezése, összehangolt környezeti politika, regionális tervezés.

A tervek szerint 2011-ben várható a következő felszínfedettség felmérés.

#### Irodalom

- Büttner Gy. 2010: Magyarország 1990–2000 és 2000–2006 közötti felszínborítás változásainak összehasonlítása. In.: Lóki J.–Demeter G. (szerk.). Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában. Debrecen, pp. 89–95.
- Csorba P. 2003: Magyarország középtájainak várható területhasználati változása az Európai Unióhoz történő csatlakozás következtében. In: Csorba P. (szerk.): Környezetvédelmi mozaikok. Debrecen, pp. 243–257.
- Feranec, J.–Súri, M.–Otaheľ, J.–Cebecauerl, T.–Kolár, J. 2000: Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s–1990s. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol.2, Issue 2. pp.129–139.
- Harmati I. 1994: A Duna–Tisza köze vízháztartása és a mezőgazdasági tevékenységek közötti kölcsönhatások. In.: Pálfi I (szerk.) A Duna–Tisza közű hátság vízgazdálkodási problémái. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba. pp. 37–51.
- Mari L. 2010: Tájváltozás elemzés a CORINE adatbázisok alapján. In: Szilassi P.–Henits L. (szerk.): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században. Földrajzi Tanulmányok V. Szeged, pp. 226–234.
- Rakonczai J. 2003: Globális környezeti problémák. Lazi könyvkiadó, Szeged. 208 o.
- Somogyi S. (szerk.) 2000: A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai. MTA FKI, Budapest. 302 o.

\*\*\*

A tanulmány létrejöttében segítséget nyújtott az OTKA (PD 78349).

# BEÉPÍTETTSÉG ÉS TÁJHASZNÁLAT VIZSGÁLATA TÁVÉRZÉKELT ADATOK ALAPJÁN DÉL-ALFÖLDI PÉLDÁKON KERESZTÜL

Mucsi László\*

## 1. Bevezetés

Az alföldi táj nyugalma, látszólagos egyhangúsága mögött évmilliók földtani és évszázadok társadalmi, politikai, gazdasági folyamatai húzódnak meg. A tájhasználat fogalma értelemszerűen az emberi tevékenységhez kötődik, és vizsgálata során felismerhetők azok a lassú vagy gyors történések, események, melyek a táj arculatának változását elindították. Az alföldi tájat nem tudjuk magas hegycsúcsokról betekinteni, nincsenek több száz emeletes felhőkarcolók, melynek tetejéről száz kilométeres körzetben tudjuk szemlélni a tájat, ezért a modern vizsgálati módszerek közül segítségül hívhatjuk a légi- vagy űrtávérzékelés eszközeit, melyek segítségével nagy terület tudunk felvételezni, lehetőség van több évtizedes adatsorokat elemezni, és a változásokat bemutatni. A távérzékelési eljárásokkal nyert térbeli adatok nagy, akár 1 m alatti geometriai felbontás esetén (IKONOS, Quickbird) jól használhatók a területi tervezésben, mérésben. A közepes felbontású (5–30 m) Landsat, SPOT műholdak felvételeinek digitális képfeldolgozási módszerekkel történő elemzése pedig lehetővé teszi a 20–25 évre visszanyúló idősoros adatokon alapuló változásvizsgálatot.

Az elmúlt 20 év kutatásai közül 3, érdekes módon 3 dél-alföldi megyében, 3 különböző település típus – város, falu, tanya – területhasználati változásainak elemzésére irányult. E kutatások, látványos képekkel illusztrált eredményei kerülnek röviden bemutatásra a következőkben.

## 2. Városi beépítettség változása Szeged példáján

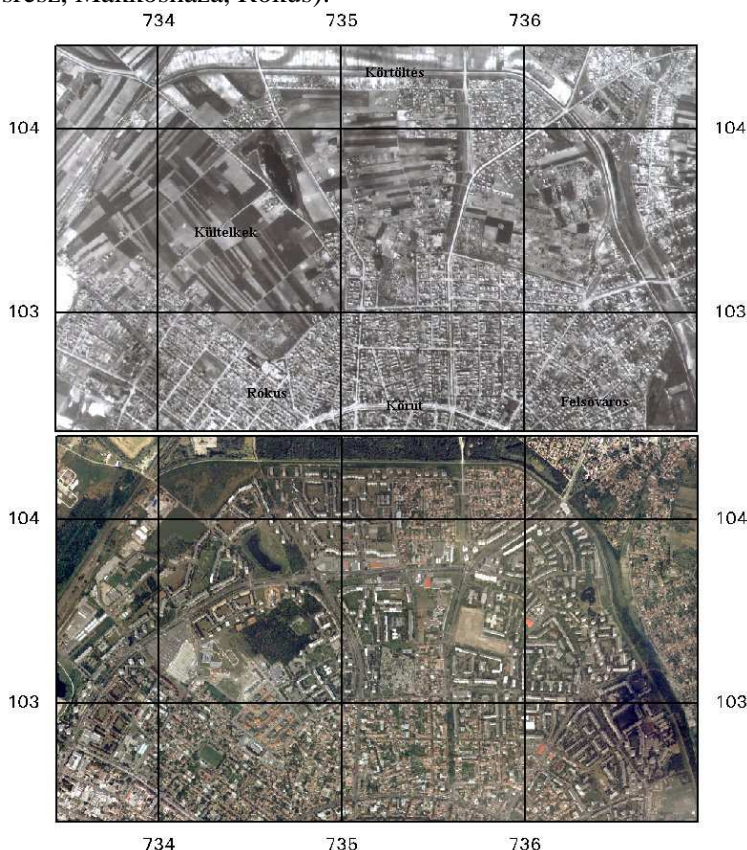
A város, mint sajátos felszínborítási típus, Földünk egyik leggyorsabban változó tája. Bár városok csak a Föld felszínének kis részét borítják, az emberi népesség és tevékenység helyszínei, és ebből következően területükön a természetes erőforrások jelentős átalakítása folyik. 1990-ben a Föld lakosságának a fele a jégmentes felszínnek kevesebb mint 3%-án élt (Small, C.–Cohen, J.E., 1999). A településekkel kapcsolatos változások közül a legfontosabbak a gyors urbanizáció és az ember okozta környezetváltozás, amely folyamatok a következő néhány évtizedben várhatóan egyre gyorsuló ütemben folytatódnak tovább. Az urbanizáció mellett talán kevésbé észrevehetően a városok szerkezete, a felszínborítás és a területhasználat típusai is változnak, melyek együttesen hatással vannak nemcsak a városi környezetre és annak fenntarthatóságára, hanem a globális környezetre egyaránt (Mucsi et al, 2009).

Szegeden az 1879-es árvíz utáni újjáépítés lehetővé tette a teljesen új városszerkezet kialakítását a körutakkal és a sugárutakkal. A *zárt beépítés zónája* a Nagykörút és a Tisza által határolt terület, mely helyenként átnyúlik a körúton túlra, pl. a Kossuth Lajos sugárút mentén. Ezt a zónát szinte teljes egészében körbeveszi a *hézagos beépítés zónája*, melyet földszintes, vagy egyemeletes családi házak és az 1980-as évektől a 2–3 szintes társasházak jellemeznek. Alsóváros, Móraváros, Rókus és Felsőváros alkotja ezt a gyűrűt. Az egykori városhatárt jelzik a hézagos beépítésű zóna külső határán

---

\* Dr. Mucsi László, egyetemi docens, PhD, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

lévő temetők (Alsóvárosi-, Rókusi-, Dugonics-, Gyevi-temető). A Körgáton belül a korábban beépítetlen területeken (1. ábra) és a leromlott állapotú családi házas városrészekben (Felsőváros) épültek az 1970-es évek elejétől kezdve a lakótelepek (Tarján, Északi városrész, Makkosháza, Rókus).



1. ábra. Szeged északi része (Tarján, Rókus) a Körtöltés és a Nagykörút között 1950-es és 2005-ös légifelvételen (HM Térképtár, FÖMI Légifotótár)

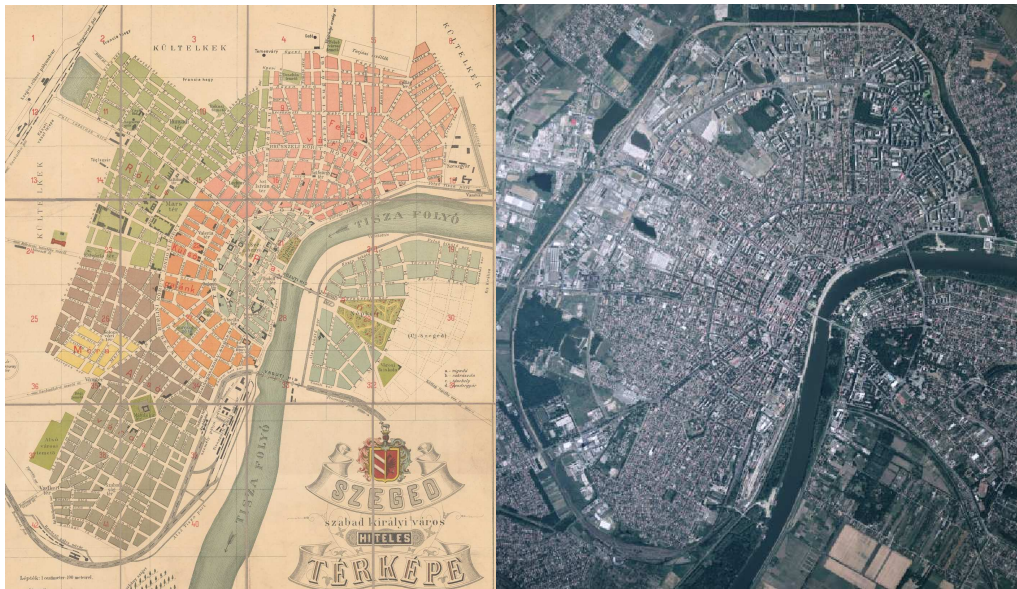
A város kelet-nyugati tengelyében található az ipari terület, mely a rókusi városrészről nyugatra elnyúlik egészen Kiskundorozsma határáig. A *belső peremi zónában* találjuk még (a Körgáton belül) a pályaudvarokat (Nagyállomás, Rókusi pályaudvar), a tavakat (Sancer-tavak, Búvár-tó, Vértó, stb.), valamint a nagyobb zöldfelületeket (Vadspark, a Körgátat borító erdőfoltok). A Körgáton kívüli ún. telepek mind családi házas, kertesi részei a városnak, inkább falusias jelleggel. Újszegeden hiányzik ez a szerkezeti jelleg, kisebb jellegzetes területek azonban elhatárolhatók, pl. lakótelep, a Liget, a kertesi, családi házas övezet és a kiskertek a Fűvészkerttel.

A Körgát kiépítése után kialakult Szegeden egy nagy, árvíztől védett terület, mely magába foglalta a város magját és azokat az akkor még mezőgazdasági területeket, melyek azóta folyamatosan beépültek. A Körgát azonban nemcsak védelmet biztosít, hanem egyfajta településfejlődési gátat, határt is jelent, mely csak a sugárutak mentén keresztezhető, így a külső településrészeket mesterségesen elválasztja a város belső részeitől. Az 1950-es években még nagy, összefüggő szabad területek, ún. Kültelkek voltak a Körgát és a település egykori határa között.



## 2.1. Nyílt felszínek beépítése

Szeged jellegzetes, sugaras, körutas városszerkezete miatt nincsenek összefüggő, a város külterületéről a város középső részéig húzódó nyílt, beépíthető felszínek. A Lechner Lajos tervezte új városszerkezeten belül kisebb-nagyobb terek maradtak üresen, melyekre közparkokat terveztek (2. ábra).



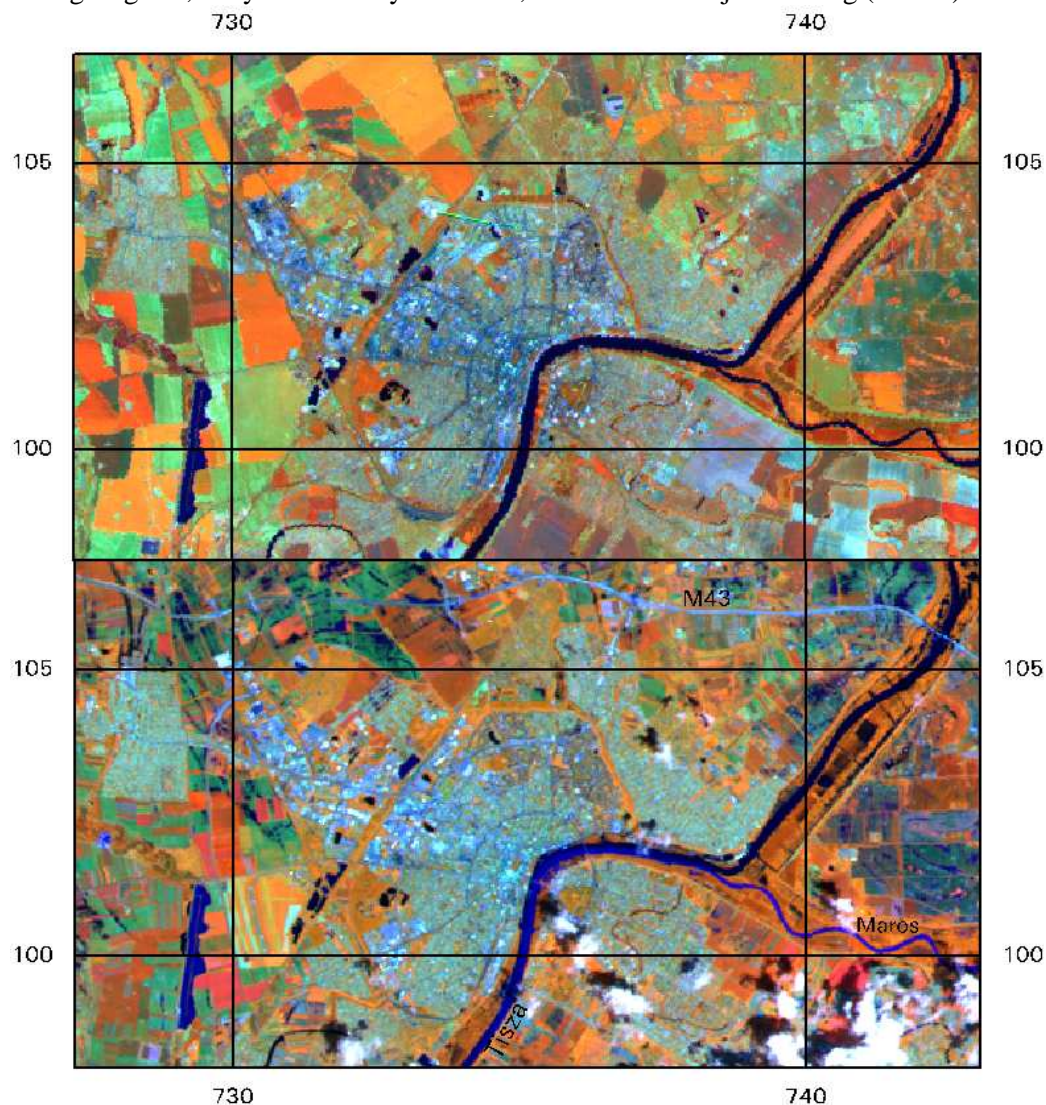
2. ábra. Szeged 1890-es térképe<sup>1</sup> és a Körtöltésen belüli városszész egy 2000-es légifelvételen (FÖMI Légifotótár)

Sajnos napjainkra ezek egy része beépült (pl. a Mars-tér) és nincsenek összeköthető, ökológiai folyosót képező zöldfelületek. Ezt a funkciót részben a Körgát, részben az újszegedi oldalon a Tisza ártere tölti be. A város egykori határa és a Körtöltés közötti területek folyamatos beépültek az elmúlt 130 évben, különösen intenzív volt a nyílt felszínek beépítése az 1970-es, '80-as években a paneltechnológián alapuló lakótelepek (Tarján, Rókus, Makkosháza, Északi városszész) kialakítása során. A technológia révén megjelentek Szegeden a 4, vagy 10 emeletes paneltömbök, melyek között maradnak parkosítható nyílt területek. A parkosítás, a zöldfelületek kialakítása hosszú éveket igényel, mára elsősorban a legelső lakótelep, a tarjáni területén található a legszebb zöldfelületek.

Ugyanakkor jellemző a lakótelepekre, hogy a lakóépületek mellett folyamatosan jelennek meg azok az épületek, melyek lokálisan biztosítják az oktatás, a szolgáltatás magasabb színvonalát: óvodák, iskolák, játszóterek, üzletközpontok, egészségügyi intézmények, stb. révén. Ezek az épületek funkciójuk miatt nagy területet szakítanak ki a zöldfelületekből, hiszen az óvodákhoz, iskolákhoz játszódvart, tornatermet, az üzletközpontokhoz parkolót, raktárt kell építeni, melyek jelentősen növelik a mesterséges anyagokkal lefedett felszínek arányát. A lakótelepek épületei a „Panel-program” révén

<sup>1</sup> Forrás: <http://ganyemedes.lib.unideb.hu:8080/dea/handle/2437/100425>

külsőleg és technológiai értelemben is megújultak az elmúlt 5 évben, így jelentősen csökkentek a fenntartás energiaköltségei. A lakótelepek zöldfelületeinek fejlődését nyomon követhetjük az 1986, és a 2010 júniusában készült Landsat TM hamisszínűs űrfelvétellel segítségével, melyeken növényzet barnás, vörös színben jelenik meg (3. ábra).



3. ábra. Szeged és környéke 1986-os és 2010-es Landsat TM felvételen<sup>2</sup> (453 RGB)

A lakótelepi programok után már kevés nagyobb beépíthető terület maradt a Körtrőtésen belül. A lakástámogatási rendszer, az olcsó, kedvező feltételű hitellehetőségek révén az 1990-es évek második felében elindultak a társasházi, lakóparki építkezések. Az utóbbiakhoz nagyobb, egybefüggő beépíthető területekre volt szükség. Beépítésre került a „Francia-högy” nyílt felszíne, illetve a belterületen lévő honvédségi laktanyák közül a város déli részén található laktanya területe.

<sup>2</sup> forrás: GLOVIS



## 2.2. Beépített területek átalakítása

A városfejlődés bizonyos szakaszaiban lehetőség van nagyobb beépített területek átalakítására. Ehhez átfogó területrendezési tervek és elegendő anyagi forrás megléte szükséges. Az európai abszolút monarchiákban már a 17–18. században sikerült megvalósítani átfogó városrendezési terveket (pl. Párizsban), míg a kelet-európai volt szocialista országokban a lakótelepi építkezések során tűnhettek el teljes városrészek. Szegeden Felsőváros jelentős részén számolták fel az általában alacsony komfortfokozatú épületeket, és épült meg a helyükön a lakótelep (4. ábra).



4. ábra. Szeged Felsőváros 1950-ben és 2005-ben légifelvételeken

A lakásépítés már említett támogatási rendszerével indult el a város Nagykörút és a lakótelepek közötti részén található kertes, családi házas lakóövezetek (Alsóváros, Móraváros, Rókus) átalakulása. Itt az átalakulás nem az utcák által lehatárolt tömbökhöz, hanem az egyedi telkekhez kötődik (Mucsi L. 1996). A 19. sz. végi újjáépítési tervben törekedtek arra, hogy ezeken a területeken nagyjából azonos méretű, átlagosan 6–700 m<sup>2</sup>-es telkek alakuljanak ki, jellegzetes, szabványos háztípussal, melyek között ma már több városképi jelentőségű védett épület van (az ún. „napsugaras házak”). Az épületek állaga ugyan a 20. sz. végére leromlott, de a telkek piaci értéke jó fekvése, mérete miatt jelentősen megnőtt. A keresletet, a lakásépítési kedvet növelte a kedvező kamatozású, svájci frank alapú hitelezés, és sokan lakásépítési vagy befektetési céllal új, elsősorban társasházi lakások építésébe, vásárlásába kezdtek bele. A befektetési célú lakásépítés egyik mozgatója, hogy a Szegedi Tudományegyetemen 25–30 ezer hallgató tanul, és a kollégiumi férőhelyek relatív alacsony száma miatt jelentős részüik albérletben lakik. Emiatt a kisebb, 1–2 szobás lakások iránt a mostani gazdasági válság és a rendkívül alacsony számú új lakásépítés idején is viszonylag nagy a kereslet.

A megvásárolt telken lévő épületet rendszerint lebontják az építetők, és nem ritkán 20–30 lakásos társasházat építenek fel. A beépített építőanyagok nagy tömege, a mesterséges felszínnek megnövekvő aránya (40–50%-os beépítés engedélyezett), a növekvő forgalom révén városökológiai szempontból alapvető (pl. az energia-, anyagháztartással kapcsolatos, vagy klimatikus) folyamatok változnak meg, melyek hatását már most is lehet tapasztalni, mérni. Ilyenek a légszennyezés, vagy a városi hősziget területi kiterjedésének és intenzitásának növekedése (Unger et al, 2000 és Unger J. tanulmánya jelen kötetben).

### 2.3. A település külterületi felszínének beépítése

A városfejlődés jellegzetes dezurbanizációs folyamatában a belső lakóövből élők egy része keresi a lehetőséget, hogy a városhoz közeli kisebb településeken, vagy a külterületből a belterülethez csatolt beépíthető területen vásároljon vagy építsen családi házat. Szegedre is jellemző volt a környező önálló vagy csatolt településekre (pl. Sándorfalvára, Mórahalomra, Szőregre) költözés, elsősorban a szegedinél alacsonyabb telekárak, és a tisztább, nyugodtabb környezet miatt. A Románia Európai Unió csatlakozása után megnövekvő kamionforgalom miatt a 43-as főútvonal mentén lévő településeken élők (Deszk, Szőreg, stb.) körülményei jelentősen romlottak, de várhatóan az M43-as autópálya 2011-es tavaszi átadása után megszűnnek az áthaladó forgalom okozta problémák.

A beépíthető, korábban külterülethez tartozó területek a Körtöltésen kívül, illetve az újszegedi oldalon, annak keleti, déli részén találhatók. A sorházas beépítés mellett, az újabb osztásokban nagyobb alapterületű családi házak épültek.

Szeged centrális úthálózata miatt a kelet-európai országokból érkező és oda tartó, növekvő teher- és áruforgalom jelenleg Szeged két hídján és a Nagykörúton keresztül halad, jelentős közlekedési problémát, balesetveszélyt, valamint lég- és zajszennyezést okozva. Emiatt, a felújítások ellenére tovább romlott a város közúthálózatának minősége. Az M5-ös autópálya a határig történő megépítése a Szerbia felé tartó kamionforgalmat már kiterelte a városból, és az M43-as autópálya Makó–Szeged közötti szakaszának, benne az új tiszai híddal történő átadásával, várhatóan a forgalom jelentős része elkerüli majd a belvárost. A két autópálya, a dorozsmai vasúti kamionterminál és legkülső elkerülő út együttesen kedvező telepítő feltételeket nyújtanak a város északi, északnyugati részén új ipari park, logisztikai központok, bevásárló központok építéséhez. Ezek folyamatos jelennek meg a város ezen részén.

### 2.4. Űrfelvételek elemzése digitális képfeldolgozási módszerekkel

A városi felszín beépítettségének változását a nagy méretarányú tervezési térképek, a frissülő várostérképek alapján lehet nyomon követni. Ezek azonban csak ritkán érhetők el digitális, különösen vektoros adatmodell formájában, és a legritkább esetben épül ki a topológiájuk, mely a modern vektoros térinformatikai rendszerekbe illesztésük és további elemzésük alapja. A beépítettség változását így közepes felbontású Űrfelvételek alapján tudjuk vizsgálni az 1980-as évek óta készülő felvételek alapján, melyek adatbázisa ingyenes elérhetőséggel csak néhány éve hozzáférhető.

Ezek a közepes, 30 m-es geometriai felbontású Landsat TM, ETM+ Űrfelvételeken (3. ábra) viszont kevés homogén és sok spektrálisan vegyes képelem található, mert egy képelemen belül több, eltérő tulajdonságú, a felszínt borító anyag található. A pixelértékek a vegyes felszínborításról érkező spektrális összintenzitást fogják kifejezni egyetlen értékkel, így nem készíthető megfelelő pontosságú felszínborítási térkép hagyományos pixelalapú osztályozással (Mucsi et al 2009).

A spektrálisan vegyes képelemek osztályozását – a VIS-modell logikája alapján (Ridd, M. K. 1995) – az SMA-módszer (*Spectral Mixture Analysis*) szerint végezhetjük el, mely a pixelen belüli (*sub-pixel*) fő felszínborítási kategóriák arányát adja meg. A módszer tovább fejleszthető az LSMA (*Linear Spectral Mixture Analysis*) és az NSMA (*Normalized Spectral Mixture Analysis*) módszerekkel (Wu C. 2004). Az LSMA a

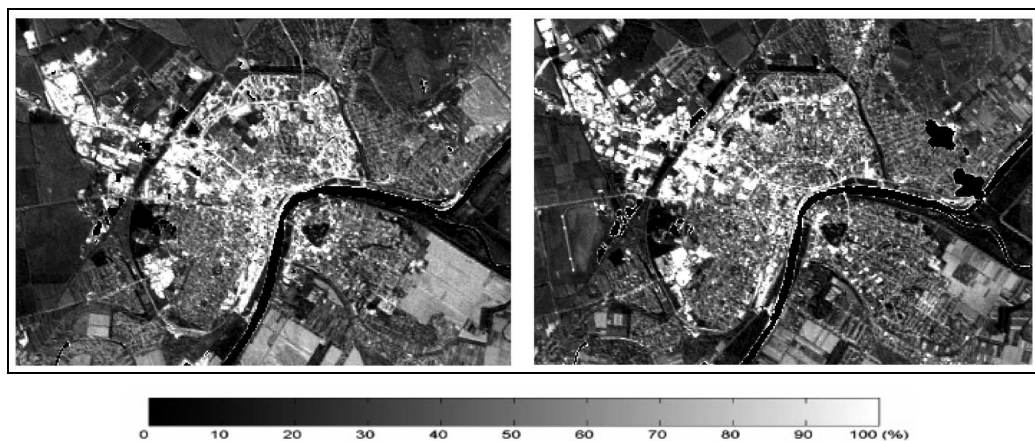
spektrálisan összetett pixelek vizsgálatában hatásos módszer, ezért széles körben alkalmazzák például a felszínborítás térképezésére (Lu D.–Weng Q, 2005).

A városi felszínek tanulmányozásakor az LSMA-módszerrel becsülhető a mesterséges felületek és a növényzet mennyisége, és előrelépést jelenthet a városi felszínborítás osztályozásában is. Mivel a mesterséges felületek szoros összefüggést mutatnak a városi mintázattal, új lehetőséget nyújthatnak a városi területhasználat térképezéséhez.

Az LSMA eredményei a felszínborítási típusok pixelen belüli arányait mutató térképek. A három térkép az egyes felszínborítási típusok térbeli eloszlását, míg a negyedik térkép a művelet hibaértékét tartalmazza pixelenként. A pixelérték 0 és 1 közötti szám, 1 esetén a felszínborítási típus pixelen belüli aránya 100%. Az aránytérképek alapján leválogathatók pl. azok a területek, ahol 60%-ban mesterséges felszínek, 20%-ban növényzet és 20%-ban talajfelszín található. Amennyiben az érték nullánál kisebb vagy egynél nagyobb, úgy a szélsőpontok kiválasztása nem volt megfelelő, a hibát az RMS kép segítségével küszöbölhetjük ki.

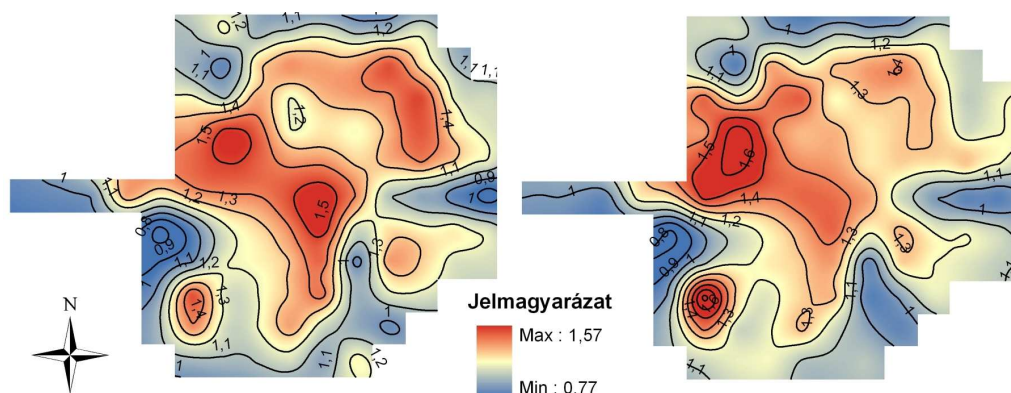
A mesterséges felszínek térképén (5. ábra) megfigyelhető, hogy a magas beépítettségű felszínek a Belváros területén, a körutak és sugárutak mentén, az ipari létesítményeknél, a nagyobb bevásárló centrumoknál, lakótelepeken, a busz- és a vasútállomás területén fordulnak elő legnagyobb arányban. Ezeken a területeken alacsony a növényzet, ill. a talaj aránya.

A növényzet frakciós térképén jól elkülönülnek növényzettel borított területek, az ártéri erdők, a város területén belüli kisebb erdők, parkok (Mucsi *et al* 2009). A Belváros, ill. a sűrűn beépített városrészek pixelértékének kialakításában csak kis súllyal vesznek részt, ezt támasztják alá az itt látható sötét színű pixelek. A Belváros esetében a növényzet aránya közel 0%, a sűrűn beépített részeken 20% alatti, míg a kevésbé sűrűn beépített területeken 20–40% közötti.



5. ábra. 1986-os (bal oldali) és a 2009-es (jobb oldali) mesterséges felszínek aránytérképei

A beépítettség mértéke döntően befolyásolja például a városi hősziget térbeli kiterjedését, illetve a hősziget intenzitását. Unger J. és munkatársainak kutatási eredményei (több jellegzetes alföldi városra vonatkozó elemzést lásd jelen kötetünkben) szerint a beépítettség és a hősziget intenzitása közötti kapcsolat szoros korrelációt mutat, és a kapcsolatot leíró egyenletek alapján a hősziget intenzitás térben modellezhető (6. ábra).



6. ábra. A mesterséges felszín aránytérképei alapján modellezett városi hősziget területi eloszlása az 1986-os (bal oldali) és a 2009-es (jobb oldali) időpontra vonatkozóan (Henits L. – Mucsi L. 2010)

### 3. Agrár táj változásának elemzése távérzékeléses adatok geoinformatika rendszerbe illesztésével

Egy településkörnyéki agrár tér szerkezetének változásait számos tényező befolyásolhatja. A változó történelmi, gazdasági, politikai folyamatok folyamatosan nyomot hagynak a táj arculatán. Több alföldi településre jellemző, hogy kialakulásuk csak a 19. sz. második felében történt meg, és a 20. században többször váltották egymást a földtulajdonosok, a termelési módok és a szervezeti viszonyok. Egyik ilyen jellegzetes település az Orosházától északra található Békés megyei település Nagyszénás. A település külterületének változásait űrfelvételek segítségével az 1990-es éve közepétől nyomon követjük (Mucsi L. 1999).

A 19. század közepén a Nagyszénás környéki területeken, a grófi nagybirtokon korszerű gazdálkodási módszereket vezettek be, ugyanitt a 20. sz. második felében a szövetkezet területén létrejöttek az óriási méretű táblák, majd a politikai rendszerváltás eredményeként, a kárpótlási folyamat végére kialakult a kisparcellás kisbirtokos rendszer sajátos földhasználati módjaival.

A rendszerváltást követő időszak változásai még nem jelentek meg nagy méretarányú topográfiai térképeken, emiatt a terepi megfigyelések, az önkormányzat segítségével mellett felhasználhatók a korszerű térinformatikai és távérzékeléses módszerek is.

Az agrár térszerkezet kárpótlás utáni változása még mindig nem eléggé ismert folyamat, és a gyorsan változó tulajdonosi viszonyok és földhasználati módszerek miatt szükséges a változások nyomon követése. A mai térszerkezet a dinamikus változások ellenére is megőrzött olyan szerkezeti elemeket (főbb útvonalak, tábla irányok), melyek eredete a település kialakulásáig visszavezethetők. Emiatt célszerű áttekinteni a település történetét.

#### 3.1. Az agrár térszerkezet változása

Bár az egykori majorságok mára szinte teljesen elpusztultak, a tervszerűen kialakított és szervezett nagybirtok, valamint az azon folytatott gazdálkodás nyomai mai is az agrár térszerkezet alapját jelentik. A parcellák kialakításánál fontos szerepet játszottak a Gádorost Kondorossal (Szentest Békéssel) összekötő, valamint az Orosházát Szarvassal összekötő ősi útvonalak. Ez megteremtette annak a lehetőségét, hogy a Károlyi birtokon egymásra merőleges táblahatárokat alakítsanak ki (7. ábra).





A nagyüzemi táblák mellett jelen voltak a magántulajdonú, vagy a termelőszövetkezettől bérbevett kisméretű birtokok is. Ez a viszonylag kis területű gazdálkodási forma az előfutára a kárpótlás utáni agrártevékenységnek.

Az 1986-os űrfelvételen (8. ábra) jól látszik az egyszerű agrár térszerkezet. Az óriási méretű táblákon monokultúras növénytermesztés folyt. A település környéki világos és sötétszürke foltok azokat a területeket mutatják, ahonnan már betakarították a terményt. Felfedezhetők azok a táblahatárok, földutak, melyek még a múlt század végén jöttek létre a Károlyi birtokon. A monokultúras művelés miatt jól nyomon követhetők az egykori folyómedrek a településtől délre és északra egyaránt, valamint az 1891-es térképpel összevetve a felfedezhetők a múlt században kialakult majorságok nyomai.

A kárpótlási folyamat első szakaszának eredményét mutatja az 1992 nyarán készült Landsat TM felvétel. A kisparcellák elsősorban a települést átszelő két fontosabb út mentén alakultak ki a település közelében. A parcellák nagyobb részben szántók maradtak, de az űrfelvétel különböző árnyalatú foltjai mutatják, hogy kibővült a termesztett növények listája, valamint megváltozott a művelés módja. Az űrfelvétel 30 méteres geometriai felbontása miatt a keskeny nadrágszíjparcellák egyenként nem azonosíthatók, de az általános szerkezet igen. A változatos földhasználat számos előnnyel és hátránnyal jár együtt. Előnyös lehet, hogy a kis parcellaméret és a változatos növényborítás miatt csökken a szélerózió hatása, valamint újra megjelenhetnek a kisebb parcellák menti fasorok. Hátrányos viszont az, hogy sok kisbirtokos nem rendelkezik megfelelő gépekkel, a szűkös anyagi feltételek miatt csökken a talaj szervesanyag utánpótlása, és nincs összehangolt talaj- és növényvédelem. Az űrfelvételek alkalmazását is lerontja az ilyen földhasználat, mert a nagy geomorfológiai formák hatásai nem érvényesülnek a kis parcellákon.



8. ábra. Nagyszénás bel- és külterülete 1986-os, 1992-es és 2002-es Landsat TM felvételen

1995-re már majdnem teljesen befejeződött a Nagyszénás környéki területek privatizációja. A települést már teljesen csak kisbirtokok veszik körül. A 2002-es űrfelvételen (8. ábra jobb oldali kép) jól láthatók a településtől ÉK-e azok nagy táblák, ahol a korábban kiépített öntözőrendszerre alapozva létrejött, illetve megmaradt a részaránytulajdonosok szövetkezeti birtoka (9. ábra).

A korábban privatizált birtokokon még nem figyelhető meg a birtoktestek összevonása, inkább a felosztott földterület növekedett mint a birtokméret. Ennek több oka is van:

- a parcellák az esetek döntő többségében a helyi lakosok birtokába kerültek közel azonos méretben, vagyis közel azonos feltételekkel indulnak a termelők,
- csak kevés családi birtok alakult ki, így kevés az esélye, hogy néhány magánember vagy család felvásárolja a szabad földterületeket.



9. ábra. Nagyszénás bel- és külterületének szerkezete földhivatali parcellaadatok alapján 1990-ben és 1997-ben

### 3.2. Külterületi, tanyás területek légifelvételeken

A tanyás térségek tájhasználatának változása több módszerrel is kutatható. A hagyományos (analóg) térképek összehasonlítása, térinformatikai rendszerekben történő elemzésük megbízható információkkal szolgálhatna. Sajnálatos, hogy nincsenek kellő méretarányú, naprakész adatokat biztosító térképeink, ezért *a tájhasználat változásainak és tendenciáinak bemutatása* csak egyéb adatforrások felkutatásával lehetséges. A nagy méretarányú térképek készítéséhez néhány évtizeddel ezelőtt légifelvételeket, napjainkban pedig már kiváló minőségű űrfelvételeket is használnak. Ezek feldolgozásához és értelmezéséhez a digitális technológia és a geoinformatika elmélete, gyakorlata nyújt segítséget. Mindezek a térbeli adatok egy geográfus kezében megelevenednek, és olyan információkat nyújthatnak, melyek csak sok évtizedes munkával voltak korábban összegyűjthetők. Szerencsére a magyar polgári és katonai térképészet archívumaiban fellelhetők ezek az adatforrások és kellő gyakorlattal feldolgozhatók, valamint hasonló felbontással készülnek napjainkban űrfelvételek, melyek az archívumokból beszerezhetők, elegendő anyagi források mellett pedig akár a műholdak programozásával új, friss felvételnként is megrendelhetők.

A tanyás térségek tájhasználati változásairól elsősorban társadalomföldrajzi, szociológiai, néprajzi indíttatású kutatások keretében folytak vizsgálatok. Ezekből elég pontos képet kaphatunk az általános jellemzőkről, folyamatokról. A mintaterületeken elvégzett vizsgálatokat nagyobb területre kiterjesztve olyan adatokhoz juthatunk, me-



lyekkel egyrészt támogatható egy *átfogó fejlesztési program* kidolgozása, másrészt kisebb tanyás térségek sajátos, egyedi fejlődése is megérthető. Ezáltal regionális és lokális koncepciók, stratégiai tervek, programok dolgozhatók ki a későbbiekben.

### 3.3. A kiskunfélegyházi környéki tanyák vizsgálata

A Duna–Tisza közén lévő települést 1526-ban a török seregek elpusztították, s a vidék több mint 200 évre lakatlan pusztává változott. A terület benépesítését 1743-ban engedélyezték, s a település mezővárosi rangját 1774-ben nyerte el.

Az 1880-as évektől megindult a Duna–Tisza közti homokhátság benépesedése is. Az elszegényedett nagyszámú családot a meglévő, magántulajdonban lévő földterületek már nem tudták ellátni. A „kirajzás” után elindult a tanyai művelődés: az oktatás bázisát jelentő iskolák, a lelki összetartozást segítő imaházak és a szórakozva, „alulról”, saját kultúrát kifejlesztő olvasóköri létesülése.

A kistérség keleti területein elsősorban szántóföldi termelést folytatnak, míg a nyugati homok területeken jellemzőbb a kertgazdálkodás, szőlő- és gyümölcsstermesztés. A térségben a nemzetközi trendeknek megfelelően, valamint a jobb értékesíthetőség reményében, új gazdálkodási formaként, napjainkban kezd elterjedni a biogazdálkodás.

A múlt század elején (1926) véglegesített 1:75000 méretarányú és a 1:100000 méretarányú (1983) topográfiai térképet összehasonlítva megállapítható, hogy a mintaterület főbb térszerkezeti vonásai a múlt század elején már léteztek.



10. ábra. Kiskunfélegyházi mintaterület részlete 1950-es, 1965-ös, 1980-as, 1994-es és 2003-as légifelvételeken és a topográfiai térképen

A „Félegyházi szőlők” nevű területen rendkívül sok épületet jelez a térkép, míg ettől keletre és nyugatra, a külső talajutakból kiinduló dűlőutakon érhetők el a magassabban fekvő magányos tanyák. Geomorfológiai értelemben a „szőlők” tanyái a semlyékekben, a külső tanyák a maradékgerinceken találhatók.

A II. világháború befejezése után 5 évvel készült légifelvételen (10. ábra) jól látszik a morfológiai, talaj és hidrológiai adottságokhoz igazodó tájhasználat. A mélyebb

térszíneken (a képet átlósan átszelő úttól délre eső területen), sűrűbben elhelyezkedő tanyák elhanyagoltnak tűnnek az úttól északra található szántóföldi területekhez képest. Ez az állapot az 1965-ös felvételt tekintve sem változott. A rossz minőségű földek művelése valószínűleg nem volt gazdaságos. Az 1980-as évek elején azután megindult a terület intenzív használata. Valószínűleg a tanyai építési tilalom feloldása (1986) miatt a területen megjelentek a fóliasátrak (11. ábra). A szántóföldi területeken lévő tanyák egy része a mezőgazdasági kollektivizálás miatt megszűnt az 1960-as évek közepére, s a parcellák összevonása következtében nagyparcellás, monokultúrás szántóföldi művelés folyt a területen. Később ezt a területet érintette az M5 autópálya építése is.



11. ábra. Kiskunfélegyházi mintaterület részlete 1965-ös és 2003-as légifelvételeken



12. ábra. Erdősítés eredményei az 1950-es és 2003-as légifelvételen

A „szőlők”-tól nyugatra eső területeken, valószínűleg a rossz talajadottságok miatt erdőtelepítés folyt már az 1960-as években. Ennek eredményeként jelentős telepítéseket találunk a mintaterületen (12. ábra). A terület elszigetelt tanyáinál (szántóföldi területek közepén) megfigyelhető, hogy a megmaradt tanyabirtokok körül az elmúlt 50 évben megerősödtek a telepítések és szépen közrefogják az épületeket.

#### 4. Összefoglalás

A változó alföldi táj elemzésekor olyan korszerű térinformációs rendszereket kell használni, melyek egy térbeli adatbázis kezelőjeként egyrészt integrálni tudják az idősoros térbeli adatokat, légi- és űrfelvételeket a terepi megfigyelésekkel, másrészt az elemző funkciójuk révén hatékonyan tudunk új térbeli információkat előállítani, melyek támogatják a végfelhasználókat, a döntéshozókat a regionális feladatok, problémák megoldásában.

Az alföldi települések bel- és külterületén az elmúlt évtizedekben jelentős változások zajlottak. A változások okainak megértéséhez nagyban hozzájárulhatnak a nagy vagy közepes felbontású légi- és űrfelvételek, de mindenképpen szükséges, hogy a döntéshozók megismerjék az ilyen típusú térbeli adatok elemzésében rejlő lehetőségeket, ill. legyenek olyan geoinformatikai adatfeldolgozásban, elemzésben jártas szakemberek, akik a folyamatosan bővülő óriási adattömeget értelmezni, interpretálni tudják.

#### Irodalom

- Baukó T.–Beregszászi P. 1990: Egyszerűsödő agrár-tér szerkezet – fokozódó szélkárosodás. In: Rakoczzai J. (szerk.): Környezetgazdálkodási évkönyv, 1990. Békéscsaba. pp. 87–97.
- Czeglédi M. (szerk.) 1992: Nagyszénás – Fejezetek a község életéből 1. Nagyszénás, 105 o.
- Henits L.–Mucsi L. 2010: Település beépítettségének mérése idősoros vegetációs index alapú elemzéssel Geodézia és Kartográfia 2010 62. évf. 10. sz. p. 10–18.
- Lu D.–Weng Q. 2005: Use of impervious surface in urban land-use classification. – Remote Sensing of Environment 102. pp. 146–160
- Mucsi L. 1996: Urban land use investigation with GIS and RS methods. – Acta Geographica Szegediensis 25. pp. 111–119.
- Mucsi L. 1999: Urban ecology: case study of Szeged – Proceeding of Histicity Network Conference, Siracusa, Italy, Published on CD-ROM,
- Mucsi L.–Unger J.–Henits L. 2009: A beépítettség és a városi hősziget kapcsolatrendszerének vizsgálata geoinformatikai módszerekkel Szegeden Földrajzi Közlemények 133. 4. pp. 411–429
- Roberts, D.A.–Gardner, M.–Church, R.–Ustin, S.–Scheer, G.–Green, R.O. 1998: Mapping chaparral in the Santa Monica Mountains using multiple endmember spectral mixture models, Remote Sensing of Environment 65 pp. 267–279.
- Small, C.–Cohen, J. E. 1999: Continental physiography, climate and the global distribution of human population – In: Proceedings of the Int. Symp. On Digital Earth. Chinese Academy of Science, Beijing, pp. 965–971.
- Unger J.–Bottyán Z. –Sümeghy Z.–Gulyás Á. 2000: Urban heat island development affected by urban surface factors. Időjárás 104, 253–268
- Wu, C. 2004: Normalized spectral mixture analysis for monitoring urban composition using ETM+ imagery, Remote Sensing of Environment, 93(4), 480–492.



## A TISZA-VÖLGY ÁRVÍZMENTESÍTÉSE ÉS MAI KÉRDÉSEI

Vágás István\*

A vizekkel foglalkozó mérnök minden időben az emberi életek és javak megóvására, a közjólét feltételeinek megteremtésére törekedett, nem pedig – ahogy egyesek hangoztatták – saját alkotásai „dicsőségének” szolgálatára, vagy a Tisza-völgy „elrontására”. Ha az árvízmentesítés nem hódítja meg második honfoglalásunkkal a mezőgazdaság, az ipar és a biztonságos letelepedés számára a mai ország-területnek itt kb. negyedét, lehet, hogy a lakosság kényszerű kivándorlása miatt ma keleti határainkat valóban a Tisza jelölné.

Vannak, akik még ma is kétségbe vonják Vásárhelyi Pál általános szabályozási tervének még a létezését is. Pedig mi sem bizonyítja jobban, hogy van, mint magának a vitatott szövegnek megtalálása után 1955. évi bemutatása, majd 1995-ben a szaksajtóban és könyvkiadványban történt megjelentetése. Ennek hitelessége azonnal belátható, ha a soha nem tagadott „Előleges javaslat” szövegét az általános terv szövegével összehasonlítjuk. E sorok írója személyesen végezte 1995-ben az általános terv szövegének nyomdai szövegszerkesztését, s maga is észrevehette, hogy egyes részleteket le sem kellett ismételni, mert azokat számítógépi úton szinte bekezdésenként másolhatta át az „általános” tervből az „előleges”-be.

Sok téves hiedelem terjedt el a Vásárhelyi Pál által tervezett átvágások számáról, holt az Ő számozása még ma is élő, és ma is a 90. a legalsó, amely jelenleg Magyarországon van, és ma is a 101. a legutolsó – már a Vajdaság területén. 101 volt tehát belőlük? *Igen is, és nem is.* Ha ugyanis Vásárhelyi Pál általános tervének táblázatára nézünk, találunk egy 32/a számozású sort is, ami azt mutatja, hogy eredetileg 102-nek kellett volna lennie a befejező sorszámnak. Elemezzük azonban tovább e táblázat sorait! A 2., 6., 7., 14., 18., 24., 29., 30., 31., 35., 56., 64., 80., 81., 91., 92., 95. számozású átvágások után, vagyis 17 további helyen külön sorban külön számadatok szerepelnek. Ezek a *kettős átvágások*. Voltak, akik később – hivatalosan is – külön sorszámot adtak ezeknek, s így hozták ki a 119, sőt a 120 átvágás számot. Dékány Mihály 1878-ban készített táblázata a Vásárhelyi-féle 2., 6., 7., 14., 18., 24., 31., 35., 39., 49., 72., 77., 80. és 85. sz. átvágásoknál, összesen 14 helyen végzett a számozást illetően *kettébontást*, és megállapította, hogy a tervezett 12., 34., 38., 56., 57., 58., 79., 81., 82., 91. sz. átvágás, azaz összesen 10 nem készült el. Viszont a 21. és 22. közt két, Vásárhelyi által nem tervezett átmetszés létesült, így a Dékány-féle sorszámozás 108-nál ér véget. (Valamilyen további indokkal elterjedt még egy 112-es átvágás-szám is.) Azonban ezek csak irodai, és nem a tényleges kivitelezési adatok. Vásárhelyi Pál eredeti számozása gondolatmenetében az általa tervezett 102 átvágásból 92 épült meg változtatás nélkül, 2 kissé más helyen, így összesen 94 valósult meg belőlük. Legfeljebb még annyit kérdezhetnénk, jogosult-e emiatt azt állítani, hogy az utódok (ilyen vagy olyan kéros indokból) tényleg eltértek volna Vásárhelyi Pál terveitől?

Idézzünk a továbbiakban Vásárhelyi Pál általános szabályozási tervből néhány jellegzetes megállapítást:

„...A vízözönt oly számos ereken és lapályokon elárasztó Tiszánál részletes (értsd mai kifejezéssel: *részleges*) szabályozásnak helye nem lehet, a cél csak nagyobb szakaszokban eszközzendő általános szabályozás által egyelőre kiszabott terv szerint sikerülhet.

\* Dr. Vágás István, ny. főmérnök, a műszaki tudomány doktora, ATIKÖVIZIG

A rendszeres szabályozás menete és sora az volna, hogy annak *legelőbb is minél egyenesebb és rövidebb útja, görbületeinek átvágása által eszközöltessék*, s miután az átvágások jófogantja sikerült, *a nagyobb vizek áradása ellen a partok feltöltessenek*.

Ezen rendszeres szabályozásnál azon nyereség lenne, hogy *a töltések a partokhoz lehetőleg közel eshetvén*, az áradások torkában kevesebb földtér maradna, ezen kívül *a töltések mértékei is kissebbedhetvén*, nem csekély költség kímélést érhetnek el, mivel az átvágások által a víztükör alább szállítása eszközöltetett. Vannak azonban esetek, melyekben ezen rendszeres bánás módtól eltérni nemcsak tanácsos, hanem mint a Tisza jelen elhagyott állapotjában, szükséges is lehet.

Az ... átvágások rendjére nézve megjegyzendő, hogy *ha a tervezett átvágásoknak mindenike akár a vízszín süllyesztésére, akár más fennforgó viszonyokra nézve egyenlő sikert ígérne*, ekkor azt lehet javasolni, hogy ezek *a szakaszban alulról kezdessenek meg*. De ha ez nem úgy volna, *a minthogy valóban nincs is*, hanem egyik átvágás a szakaszban a másik felett elsőséggel bír, ... ekkor csakugyan *a felsőbbnek mindenekelőtt munkába vétele javallható*, mivel annak fogantja által *nagyobb haszonsiker érhetnek el, mi a szabályozás végcélja*. ... Érthető, hogy azon elvet, miszerént az átvágások alulról felfelé létesíttessenek, mily nagy vigyázattal és ovatossággal szükség alkalmazni.

A töltéseknek azonban *nemcsak az áradásokat kellene megóvni, hanem helyezték által arra kell törekedni, hogy általok maga a folyó is jobb karba tétessék*, úgy hogy *ágya emelése meggátoltatván*, ép annak mélyítése eszközöltessék.

Ezúttal is *valamíg a Tisza átvágások által rendezett folyásba nem hozatik, egészen párhuzamos töltések emeléséről szó sem lehet*, s ha a fő feladat jelenleg csupán arra szorítkozhatik, hogy a mennyiben helybéli viszonyok megengedik, a szabályos töltés építése megközelíttessék, minthogy legfelsőbb és határozott utasításnál fogva *nem kellett igyekezni, mikép a Tisza kiöntései lehető legrövidebb idő alatt megszüntessenek*.

*A part közelibe fekvő föld többnyire emelkedettebb, mint a távolabbi tér*, ... így semmi kétséget nem szenved, mikép *a parttól renden túli távolságban húzandó töltések 3, sőt sok helyeken 4 annyi munkába is kerülnének*. De a folyóval, annak mostani állapotjában ... *párhuzamba tervezni ismét nem vala tanácsos*, mert ez által a *magas víznek igen kanyaros és jégdugulásokat nemző menet képeztetnék*.

A töltések elkészülte után a megszorított folyó, ... *természetesen magasabbra fog emelkedni*, minthogy mindazon vizet melyet az előtt a lapályokra szétöntött, a kétfelőli töltések közt szűkebb térbe kell befogadni és elszállítani.”

Nemzedékek munkájára volt szükség ahhoz, hogy az a hatalmas töltésrendszer és a vele kapcsolatos folyami létesítményrendszer megépüljön, a célnak megfelelő méretekre bővüljön, és folyamatosan fenntartsák. A nagy mű még ma sem teljesen befejezett, s talán mindig marad rajta fejleszteni való.

Királyaink, kormányaink háborúkat vesztettek, területeket voltak kénytelenek átadni, gazdasági romlásba döntötték a népet. Az árvízmentesítő, vízszabályozó, vízhasznosító munkák névtelen katonái, névtelen hősei területeket szereztek vissza a biztonságos termelésnek, megteremtették az alapjait a lakosság letelepedésének, iparának, mezőgazdaságának, közlekedésének. Az árvizektől mentesített vidékeken élő emberekben már a gondolata sincs meg annak, hogy virágzó szülőföldjük még másfél évszázada gyakran vízi világ volt, és a védelmi rendszer elhanyagolásával újra a vizek elvadult birodalmává válhat. Hazánk éghajlata szélsőséges. Előfordul, hogy hosszú esztendőkön át az esőzések és az árvizek az uralom.

Az ipar előretörése, a mezőgazdaság európai intenzifikálódása a XVIII. század vége felé ránk sem maradhatott hatástalan. A magyarságnak is rá kellett ébrednie, hogy nem maradhat meg gazdasági és társadalmi elmaradottságban. A tovább haladás feltétele azonban a mi földrajzi körülményeink között vizeink rendezése volt. Erre a legutódatosabban Széchenyi István tevékenysége mutatott rá már a XIX. század második-harmadik évtizedében.

Károlyi György gróf pesti palotájába tartották az érdekeltek alakuló nagygyűlését, s 1846. január 20-án megalakulhatott a Tiszavölgyi Társulat. A Társulat nyilvánította:

- A Tisza-völgy ármentesítési költségeit mindenki a rá eső haszon arányában megfizeti,
- A Tiszavölgyi Társulat önkormányzati jellegű,
- A Tisza-völgy rendezésébe az összes mellékfolyó rendezése is beletartozik.

A munkálatok költségeihez hozzájárult volna a só árának javasolt emeléséből adódó állami többletbevétel, és olyan bankkölcsön, amiért a kormány is felelősséget vállalna.

Amikor azután a Tiszavölgyi Társulat megalakultával létrejött az építeni szándékozók egysége, a szakmai vita korántsem fejeződött be. A pesti Károlyi-palotába 1846. április 8-ára összehívott társulati ülés előtt Vásárhelyi Pál váratlanul meghalt. Halála rögtön alkalmat adott elgondolásainak felülvizsgáltatására.

Széchenyi is csak további szakértők meghallgatása után kívánt véglegesen állást foglalni a kivitel módjában. József nádor és Széchenyi ezért Paleocapa Pietro velencei építészeti igazgatót kérte fel szakértői véleményre. Paleocapa észrevette, hogy ha a szűk töltésközökkel hatalmas ártereket szorítanak ki az elöntésektől, a ki nem engedett víznek a töltés között maradván az árvízszintek jelentékeny emelkedését kell okoznia. Ennek elkerülésére távoli töltésrendszert javasolt. Az átvágások számát is elengedőnek tartotta 102 helyett 21-ben megszabni. Mindezek ellentétesek voltak a Vásárhelyi-féle alapelvekkel, de önmagukban logikus alternatívái voltak azoknak. Paleocapa érdekes felismerése volt az is, hogy ámbár helyes elv általában az átvágások, mederszabályozások során alulról-felfelé haladni, de a Tiszánál az a legfontosabb, ha a munkákat több ponton a lehető leghamarább megkezdik, és el is végzik. Így a lehető legkisebb idő alatt a legnagyobb hasznot lehet nyerni, általánosan az országra nézve. Ugyanezt mondta értelemszerűen a töltések építési sorrendjére is.

Herrich Károly a kivitelezés későbbi, 1850–1879 közötti legfontosabb vezetője 1879-ben megállapította: „Azok, akik azt képzelik, hogy Vásárhelyi terve megbukott s Paleocapa terve lett már kezdetben vakon kitűzve, nem tudják, mi történt, mivel már 1846-ban részint megkezdődtek Tokaj felett az átvágási munkálatok, részint pedig az előlmunkálatok folyamatban voltak”. Valóban 1846. augusztus 27-én a Tiszadob–Tiszaszederkény átvágással ünnepélyesen megindították a szabályozási munkákat – Paleocapa helyeslése mellett. Időközben más pontokon is megkezdtek a szabályozást.

A szabadságharc leverése után a Tisza-völgy szabályozásának folytatását, függő ügyeit is ugyanúgy oldották meg, mint az ország igazgatását: központi utasításokkal. 1850. június 16-án császári nyílt parancs helyezte hatályon kívül a Tiszavölgyi Társulat önkormányzatát, s az ügyeket háromtagú Központi Bizottság kezébe adta. Egyúttal a költségvetésből meghatározott pénzösszeget is biztosított a munkálatokra. Állami költségvetésből fedezték a közérdekűnek nyilvánított hajózás érdekében állónak tekintett átvágási és mederrendezési munkákat, míg a töltések építését az érdekeltségi társulatok feladatának hagyták.

A háromtagú Központi Bizottságból, majd a későbbi alakulatokból számunkra Herrich Károly vízimérnök (1818–1888) neve a legfontosabb. Hivatali tisztségének elnevezése ugyan később néhányszor megváltozott, de 1850 és 1879 között – függetlenül attól, hogy abszolút, provizórium, vagy alkotmányos kormányzat volt-e az országban – ő volt a Tisza-völgy szabályozási munkáinak legfőbb műszaki vezetője, az építések, de mondhatjuk úgy is, az ország vízügyeinek „első embere”. A Központi Bizottság kerületi hivatalokon keresztül érvényesítette irányítását. Nyolc (később kilenc) kerületi hivatalt szerveztek, amely a Tisza-völgy egy-egy vízügyileg is összefüggő részegységét, annak társulatait foglalta magába, területileg is egyezően a még Széchenyi idején létre hozott „vízszerkezetek” működési körzetével.

Egyes történészek Herrich csaknem három évtizedes működését – szembe állítva Széchenyivel és Vásárhelyivel – negatívnak tüntetik fel, őt magát pedig a Bach-rendszer kiszolgálójának. Ez az értékelés túlzó és formális, hiszen Herrich nem közigazgatási, hanem műszaki feladatot látott el. Ez pedig a magyarság érdekében, a gazdasági haladás és fellendülés érdekében állott. Herrich működését a teljes mű elkészültén és sikerén kell lemérnünk, hiszen akármilyen okból is került viszonylag fiatalon, 32 éves korában posztjára, legfőbb vezetői szinten ő vitte végig a munkák legdöntőbb részét, kétes esetekben az övé volt a végső műszaki döntés, és az építés során felbukkanó nehézségek eseti megoldása is csak őrá várt.

Az 1872-ben kimutatott munkamennyiségek imponálók voltak, különösen akkor, ha meggondoljuk, hogy az eredményessé vált építések döntő többsége az 1857–1872 közötti 15 évre esik, amelyekből az 1860–1867 évi árvizek évei bizonyosan kisebb teljesítményeket hoztak; és ami a legcsodálatraméltóbb: a földmunkák ásós-lapátos kézi kubikosmunkák voltak, amelyet a talicska mellett csak a távszállításoknál könnyített meg az állati erővel vontatott kordély. Ez az akkor lehetséges „technika” viszonylag lassú volt és drága. Ezért próbáltak vele, ahol lehetett (s gyakran akkor is, amikor nem lehetett) takarékoskodni. Ezért épültek ki a töltések minimális mértetekkel, hogy azután a bekövetkező árvízkatasztrófa nyissa meg az érdekeltek, vagy a hitelezők pénztárcáit. Az átvágásoknál pedig a kiásandó szelvénynek csak egy kisebb hányadát emelték ki, a többit a víz erejére bízhatták. Ez a módszer bevált, s ma is elismert eljárás, és a Tiszán is bevalthatta a hozzá fűzött reményeket. Kivétel volt a Szolnok alatti kötöttebb mederanyagú hosszú folyószakasz, ahol az átvágások nagy része annyira rosszul fejlődött kezdetben, hogy előbb kézi erővel, utóbb (a szabályozás befejezésének éveiben) gőzerejű kotrógépekkel rá kellett segíteni az átvágások vezérárkainak gödrére.

1872-ig (az 1867-es kiegyezés után újra az eredeti formájában megalakult Tiszavölgyi Társulat kimutatásai alapján) a Tisza mentén elkészült 1243 km hosszúságú árvízvédelmi töltés, amely 8133 km<sup>2</sup> árteret mentesített. A töltésekbe épített földmennyiség 55,5 millió m<sup>3</sup> volt. Az átvágásokból kiemelték addig 11,4 millió m<sup>3</sup> földtömeget.

A szabályozás megkezdésekor a mérnök az addigi árvízszintekből indult ki (bár erre sem volt túl sok megbízható adat) és nem tudta felbecsülni, hogy a betöltés után milyen vízszint-emelkedésekre lehet számítani. Az 1879 évi szegedi árvízkatasztrófa, majd még a mindig sok gátszakadással járó 1888 évi nagy árvíz erőlyes intézkedéseket, és állami segítséget követelt a megfelelő töltésméret eléréséhez. Ekkor Kvassay Jenő (1850–1919) mérnök, a magyar vízügyi szolgálat megszervezője irányította „első ember”-ként a hazai vízügyeket. További töltésbővítésekkel az 1895. évi nagy árvíz volt az első (pedig az minden addig felülmúlt) amelynél gátszakadás nem



volt, és a Tisza menti munkák sikerét mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy *a Tisza Záhony és a torkolat közti szakaszán 1895 óta nem volt töltésszakadás*. Igaz az is, hogy minden nagyobb árvíz után (1895-ben, 1919-ben, 1932-ben és 1970-ben) a szükséges fejlesztések értékelése után jelentékenyen tovább növekedtek a töltésszelvények magassági és szélességi értelemben egyaránt.

Nem rossz tervezés vagy elgondolás okozta tehát a XIX. század fájdalmas tiszai árvízkatasztrófáit, hanem a pénz folyamatos hiánya, az építésmód időigényessége. Kapcsolatos mindez az ország gazdasági fejlettségével és mindenkori helyzetével. Kezdetben a mentesítendő területek későbbi feljavulásában bízva az érdekeltek hitelekhez próbálnak jutni. Az 1850-es években a gabonaárak emelkedtek és az értékesítési viszonyok – a krími háború miatti orosz gabonakínálat elmaradása miatt is – Európában is, az osztrák birodalomban is javultak. A vasúthálózat gyors bővülése is segítette az értékesítést. Utóbb viszont a száraz évek az 1860-as évtizedben fizetőképtelenné tették az alföldi mezőgazdaságot. Az viszont kétségtelen, hogy a kiegyezés utáni óriási mezőgazdasági föllendülés a társulatok életét is könnyebbé tette – de ekkor már túl voltak az építkezés legnehezebb időszakain.

A töltések magasodásával az árvízszintek is versenyt futottak, s kezdetben itt is a vizek győzedelmeskedtek. Mi okozta ezt a tetemes (általában akár 3–3,5 méteres) árvízszint-emelkedést, ami a Tiszának és mellékvízeinek a hidrológiai sajátosságait teljesen átalakította? Annak szüksége, hogy a mezőségre kiterülni nem engedett vízmennyiségnek valahol helyet kellett találnia. Ez a vízmennyiség a töltések között, az addigi levonulási vízszintek fölött kellett, hogy lefolyjon. Ezért kellett a töltéseket folytonosan magasítani, sőt, a növekvő víznyomás elviseléséhez és a szivárgások korlátozásához a töltésmagasítás egyben töltésszélesítéssel is járt.

Herrichnek (és Paleocapának) igaza volt abban, hogy az akkori technikával száz év sem lett volna elég az építéshez, ha nem úgy végzik, ahogy végezték. Sőt: töltést építeni nem is lehet addig – mint azt Iványi Bertalan mérnök (1879–1953) megállapította – amíg az átvágás nincsen készen. Hogyan zárják el ugyanis azt az elhagyásra ítélt folyómedret, amelyet még nincs hová beterelni? Hogyan építhetünk szűk közű töltésrendszert, ha az átvágásokkal nem tesszük erre alkalmassá a folyót? Ha az átvágások elkészültek, mi lenne az értelme a tág töltésezésnek? Ahogy tehát a kivitelezés magával hozta az építés megszervezésének módjait, az majdhogynem szükségszerű lépés volt.

Leszögezhetjük, hogy a Tisza-völgy szabályozásának nagy munkája, amelyet 1846-ban kezdtek, és hivatalosan 1908-ban nyilvánítottak késznek, Vásárhelyi Pál töltésezési és átvágási elgondolásai szerint létesült, az általa csak nagy vonalakban körvonalazott építés-szervezési ajánlások helyzethez szabott módosításával. Ami nem kívánatos fejlemény az 1846–1895 időszakban történt, az az építés befejezetlenségének következménye volt, amelynek oka viszont az építésben érdekeltek gazdasági helyzetében keresendő.

Azt is megkérdőzhetjük, hogy voltak-e olyan hibák, amelyeket utóbb javítani kellett, s szükség volt-e szabályozás későbbi felülvizsgálatára. A mű a maga teljességében sikeresnek bizonyult, s nem javításra, mint inkább továbbfejlesztésre volt szükség. Így az árvizeket követő rendszeres töltés-bővítésekre, vagy a befejezés előtt az átvágások végleges kialakítására ott, ahol erre szükség volt. Az is tény, hogy egyes megépült töltésszakaszok sem maradtak mindig véglegesek. Ennek általában építéstörténeti oka volt. Ahol az átvágások kiásása késett, ott előfordulhatott, hogy az el-

vágandó kanyarulatokat is körülzáró régi töltéseket kezdték bővíteni, majd csak évtizedek múlva építették meg a már felhagyott kanyarulatokat is átmetsző mai töltés-szakaszokat, a régi földműveket felhagyva, vagy más cél szolgálatába engedve. Ebből származott azután az a vád, hogy az építés „tervszerűtlen” volt. De hát évtizedekre terjedően (noha alapjaiban egységes elvek követése mellett) lehet-e mindent előre, óramű pontossággal összeilleszteni?

*„A Tisza-völgy ármentesítésére vonatkozó munkálatoknak párja terjedelemre és fontosságra nézve egész Európában nem található. (A Pó 514 km-es töltésrendszerrel 3,2 ezer, a Loire 483 km-es töltésrendszerrel 0,95 ezer km<sup>2</sup> árterületet véd, a Tisza már 1872-ig 1243 km kiépített töltésével 8 ezer km<sup>2</sup>-t védett!) De nemcsak terjedelemre nézve a Tisza szabályozásához fogható hasonló munkálat Európában nem létezik, de oly csekély esésű és oly kanyarulatokban mozgó folyó sincsen több. Nem csodálkozhatunk tehát, ha oly világhírű vízi mérnök is, mint Paleocapa – azon rövid tanulmányútból, amit az országban tett – nem ismerte fel a folyó valódi természetét, és így dacára annak, hogy Vélemény a Tisza-völgy rendezéséről c. művében a legszebb és legigazabb folyószabályozási elveket fejtegeti, de mivel a kiinduló pontban, mely szerint az egész Tisza medrét kiképzettnek vélte, csalódott, önként romba dől az egész következtetés, mit erre épített. Ugyanez ismétlődött a külföldi szakértőknek 1879. évi behívásával, kiknek egész előadása elárulja azt a tájékozatlanságot és habozást, melynek eredményeként néhány általánosan elismert folyószabályozási alapelvet jelölnek ki, mintegy kompromisszumképpen. Egyedül Vásárhelyi Pál volt az, ki a mederszabályozásnak egész fontosságát felismerte, habár a kivitel módozata és mérve nem felelt volna is meg a valódi szükségnek”. Ez Kvassay Jenő és Hieronymi Károly véleménye 1888-ból.*

*„A Tisza szabályozása elhibázottnak nem mondható”. Így ír Bogdánfy Ödön vízimérnök, tudós és műegyetemi tanár (1863–1944) könyvében 1906-ban. „A Tisza szabályozása olyan mű, olyan hatalmas alkotás, amely a külföld elismerését is kivívta, és amelyre a magyar mérnöki kar méltán büszke lehet. Az államnak, a társulatoknak és a magyar társadalomnak azonban az a kötelessége, hogy amit elődeink áldozatkészséggel megalkottak, azt fenn is tartsák és tovább fejlesszék.” Korbély József vélekedik így 1937-ben.*

A legátfogóbb értékelést Iványi Bertalan vízimérnök készítette 1948-ban. Ez a kisvízi és nagyvízi kérdésekre egyaránt kiterjed. Megállapítja, hogy az átvágásos meg rövidítése a folyóknak átrendeződéseket eredményezett a vízszín-esésekben olyan helyeken is, amelyeket az átvágásos rövidítés közvetlenül nem érintett. Mindennek eredménye a kisvízszínek süllyedése volt, ami már az 1904. évi száraz időszakban is meg látszott. Fokozódott a kisvízszínek süllyedése a hajózás érdekében végzett kisvízi gázló-rendezések után is. A rossz gázlókat sikerült megszüntetni, de csak azon az áron, hogy a kisvizek idején a hajózás lehetősége továbbra is korlátozott maradt, esetleg meg is szűnt. (Időközben a hajózás igényei is növekedtek, a hajók méretei is). Így a végleges kisvízi megoldást az 1954 óta üzembe lépő vízlépcsők kisvízi duzzasztása adhatja. „Csak töltések építésével lehetett az árvizek szétterülésének gátat vetni, és csak átvágások létesítésével lehetett az árvizek lefolyását meggyorsítani, időtartamukat meg rövidíteni ... Kimondhatjuk: nincs miért kételkednünk a Tisza-szabályozás helyes voltában, még nekünk, késői utódoknak sem. Az Alföld ármentesítése, a Tisza szabályozása helyes alapon indult el, és az egyedül járható úton ért célhoz. Eredményei kétségbevonhatatlanok, hibái pedig, ha ki nem is küszöbölhetőek, feltétlenül ellensúlyozhatók

... Végeredményben – ha az árvizek magasság-növekedésének megfelelő védelmi be-  
rendezésekről gondoskodunk, magát a védekezést pedig jól megszervezzük, és erélye-  
sen végrehajtjuk – a veszély súlyossága és a védelem hatékonysága között fenntartható  
az egyensúly.” Ez Iványi véleménye.

„A szegedi árvíz hatására emelkedett a Tisza-völgy rendezésének feladata azzá  
az általános érdekű nemzeti üggyé, amivé a munkálatokat elindító Széchenyi István és  
Vásárhelyi Pál kívánta tenni ... Minden folyónak külön élete, sajátos természete van,  
innen ered a találó kifejezés: élővízfolyás. A Tisza a szabályozás folytán kialakult új  
helyzetet, ami a szegedi árvíz idején még nem stabilizálódhatott, ma már elfogadta.  
Alkalmazkodott hozzá. A meder beágyazódott, csökkent a medervándorlás és növeke-  
dett az árvízi biztonság. Ennek ellenére még ma is sok a tennivaló ... E hatalmas munka  
jelentősége különösen akkor domborodik ki, ha figyelembe vesszük, hogy az árvíz pusztí-  
tító ereje elleni hősi erőfeszítések, a csatavesztések és újrakezdések küzdelmes évtizedei  
során elődeink ... sok ezernyi serege kézi erővel, talicskával, kordéllyal, a mostoha  
körülményeket velünk vállaló, hivatásukat szerető vízimérnökökkel együtt építette ezt a  
monumentális művet, Európa legnagyobb árvízvédelmi rendszerét. Az árvízvédelem  
nagy műve azonban csak akkor hatékony, ha nem alkalomszerűen, hanem előrelátóan,  
tervszerűen, nemcsak árvíz idején és az utána következő időszakokban, hanem folya-  
matosan és következetes rendszerességgel végezzük fejlesztését.” Ezt Dégen Imre a  
vízügyi szolgálat 1955 és 1975 között „első embere” írta le 1969-ben.

A Tisza szegedi, és több más alföldi vízmércéjén a nagyvizekre vonatkozó vízjár-  
rás-történet meglehetősen ellentmondásos. A legújabb árhullámok terelték erre nem-  
csak a szakterület, hanem a közvélemény figyelmét is. Észrevették, hogy a 2000. és a  
2006. év tavaszi árhulláma lényegesen magasabb vízállásokkal vonult le, mint amilyen  
vízállások ugyanolyan, vagy még nagyobb vízhozamoknál kialakulhattak egyes régeb-  
bi árvizek alkalmával.

A tapasztaltak magyarázatára több elgondolás is született. Voltak, akik a folyó  
medrének évtizedeken át tartó folyamatos feliszapolódására gondoltak. Valóban, a  
vízállások emelkedését logikusan ilyen okok is előidézhették volna. Hiányoztak azon-  
ban az ezt igazoló, hosszabb folyószakaszok jelentős feliszapolódását is bemutató me-  
der-felvételek. Másrésről, a Tiszáról a középszakasz-jelleg volt ismeretes, amely sze-  
rint az egyes árhullámok által hozott hordalékot a folyó más időpontokban tovább szál-  
lítja, így feliszapolódását illetően a hozott és az elszállított hordalék mennyisége végső  
soron egyensúlyban van.

Voltak azután vélemények, amelyek a fokozatosan bekövetkező éghajlat-vál-  
tozást, az időjárási (hőmérsékleti, csapadék-mennyiségi) szélsőségek fokozódását tar-  
tották az árvízszintek emelkedése okának. De a legutóbbi árhullámok szélsőségei ép-  
pen nem a vízhozamok emelkedésében nyilvánultak meg, hiszen a 2006. évi árhullám  
Szegeden kb. fél méterrel is magasabb vízállás mellett csupán megismételte az 1970.  
év vízhozamát, Szolnokon pedig a kb. szintén azonos vízhozam 2006-ban meg sem  
ismételte a 2000. évi csúcst. Mit szólunk azután 1932-höz, amikor Szegeden a víz-  
hozam 6,5 %-kal még túl is haladta azt a másodpercenkénti 4000 m<sup>3</sup> értéket, amelyet  
sem 1970. júniusában, sem 2000. áprilisában, sem 2006. áprilisában nem ért el, és eh-  
hez 861 cm-es (a 2006 évi 1009 cm-nél kb. másfél méterrel alacsonyabb) vízállásra  
volt csupán akkor szüksége? Ráadásul, 1932-ben meg senki sem beszélt éghajlat-válto-  
zásról, akár időjárási szélsőségek halmozódásáról.

Egy további feltételezésről, a hegyvidéki, állítólagos *erdőirtások* árvizeket növelő hatásával itt most talán nem is érdemes részletesebben foglalkoznunk. Erről az utóbbi években több tanulmány is kimutatta, hogy a hegyvidéki erdők területében nem következtek be árvizeket növelő visszavonhatatlan változások, és egyébként is: a fagyott talaj, vagy az előkészítő esők nagysága és főképp tartóssága a meglévő erdőknek tulajdonított víz-visszatartó hatásokat is felfüggesztheti. Erdőirtások nélkül is alakulhattak és alakulhatnak ki ár hullámok előidézésére alkalmas nagy vízhozamok.

A felsorolt feltételezésekkel legfeljebb csak bizonyos mértékig érdemes számolnunk. Aligha ezek játszhatnak döntő szerepet a Tiszán tapasztalt árvízi adatok ellentmondásosságában. Eddigi tapasztalataink nyomán inkább *a vízszín esése, annak változásai, illetve változásainak lehetséges mértéke* érdemes megfontolásra.

A víz a Föld nehézségi ereje miatt folyik a felsőbb szintekről az alsóbbakra, azonban nem gyorsulással, mint a szabadon eső test, hanem egyenletes sebességgel. Ennek oka az, hogy a folyó medre és a folyó vize között súrlódás lép fel, és az ebből keletkező erő egyensúlyba lép a nehézségi erővel. Ennek az egyensúlynak az egyenletét írta fel a XVIII. században Chézy, s határozta meg a folyómederben egyenletesen mozgó víz közepsebességét. A szakterületünkön jól ismert összefüggésének legfontosabb megállapítása volt, hogy a mederben *szabad felszínnel folyó víz sebessége a vízszín esésének* (magasságvesztésének a vízszintes távolság egységére eső része) *négyzetgyökével arányos*.

A Chézy-összefüggés következményeit a mederben továbbfolyó víz *duzzasztási tulajdonságainak* elemzésénél is használhatjuk. Duzzasztást nemcsak a folyóba épített duzzasztómű idézhet elő. Létezik, sőt sokkal gyakoribb a *természetes duzzasztás*, amikor a mellékfolyók (a Tiszánál pl. a Körös és Maros) vízhozama, illetve a befogadó vízfolyás (a Tiszánál a Duna) vízjárásának mindenkori állapota arra kényszerítheti a folyót (esetünkben a Tiszát), hogy vízhozamát *magasabb vízállással* vezesse tovább, mint a külső hatásoktól mentes feltételek között.

Kiszámítottuk ezek után a természetes duzzasztási vízszín-esések lehetséges alakulása miatti vízállás-változásoknak a Tisza szegedi vízmércéjére vonatkozó értékeit. A kapott eredményeket akár megdöbbenőnek is mondhatnánk. Kítűnt ugyanis, hogy *a vízszín-esések duzzasztás miatti megfelelődsénél a vízállásoknak 2–2,6 m-es növekedése* lehetséges. A gyakrabban előforduló 1:1,6 értékű vízszín-esés változási arány is *másfél méter körüli* vízállás-változásokra vezet. Az 1:1,2 arányú duzzasztást jelző esés-változás vízállásokat változtató néhány deciméteres hatása sem elhanyagolható.

Ha tehát *csak az esések változási lehetőségeit* nézzük, teljes magyarázatot találunk a Tisza árvízi vízállásainak és vízhozamainak ellentmondásos összefüggéseire. Most már csak az a kérdés vár feleletet, hogy milyen vízszín-esés változási arányokra számíthatunk a kisesésű alföldi Tisza-szakaszokon?

A töltésezésből és átvágásokból megoldott *Vásárhelyi Pál féle Tisza-szabályozás a vízszín eséseket nagyjából kereken 4 cm/km-ben állandósította*. Ezzel szemben pl. az 1932. évi ár hullám tetőzése Szegednél 4,6 cm/km mellett vonult le – feltehetőleg a Dunában kialakult kedvező lefolyási viszonyok jóvoltából. 2006-ban viszont 10 napon keresztül a Tiszának mintegy 300 km hosszú legalsó szakaszán ennek éppen a fele, 2,3 cm/km is kialakulhatott – ezúttal a Duna visszaduzzasztó hatása miatt. A Tisza kis esése tehát igen nagyarányú változásokat is lehetővé tesz. Ez lényegesen különbözik pl. a Duna tulajdonságaitól, ahol a hazai 40 cm/km-es, de még a 10–12 cm/km körüli vízszín-esései mellett sem valószínű, hogy akár a feltételezhető 2–3 cm/km nagyságú

változások másfélszeres–kétszeres esés-arányváltozásokat legyenek képesek létrehozni. Ott tehát a vízhozam-vízállás összefüggések árvízi ellentmondásai nem lehetnek több métereseek, legfeljebb egyes helyeken csak néhány decimétereseek.

A Tiszához hasonló kisesésű folyókban azonban *a viszonylag kis duzzasztási vízszín-esés változások is nagy változásokat idézhetnek elő a vízszín-esések arányaiban*. Ez ugyanannál az átfolyó vízhozamnál is több méter eltérést okozhat a vízhozam átfolyásakor észlelhető tetőző vízállásokban. Ez nemcsak az ellentmondásos vízállások nagyságát magyarázhatja meg, hanem azt is, hogy időrendileg sem rendezhetők logikus sorba a tapasztalt eltérések. Az esések változását, azaz a természetes duzzasztások kialakulását a mellékfolyók (főként a Körös és Maros), és a legnagyobb mértékben a befogadó (a Duna) mindenkori hidrológiai helyzete határozza meg.

Az elmondottak azt erősítik meg, hogy a vízszín-eséseknek elsősorban az *arányaikat* nagymértékben érintő változási lehetőségei a mértékadók a kisesésű alföldi Tisza árvízi vízhozamai és tetőző vízállásai ellentmondásos összefüggéseinek magyarázatában. Nagyon meg kell gondolnunk tehát, ha igen erős, és nagyságrendileg is jelentékeny eseti bizonyítékok hiányában akár az éghajlat esetleges változására, akár a folyómeder feliszapolódására, akár hegyvidéki erdőirtásokra hivatkozunk.

Néhány szót kell még szólnunk az eredeti Vásárhelyi-terv mai kiegészítésének szándékáról, azaz *árvízi vésztározók* védekezésbe vonásáról. Ez a megoldás a világ több folyójánál ismeretes és általában bevált.

A Szerző véleménye szerint a kisesésű Tiszánál ennek a megoldásnak az eredményessége kétséges. Egyrészt, mert a mostanában szándékoltnál lényegesen nagyobb és igen rövid idő alatt feltölthető tározóterekre volna szükség. (A szóban forgó max. 1,5 km<sup>3</sup> helyett legalább a duplájára.) De, másrészt még ez sem lenne teljes. Tiszafüred, s leginkább Szolnok alatt a legmagasabb vízállásokat a Duna, Maros és a Hármaskörös visszaduzzasztásai befolyásolják döntően. Ki lehet e szakaszon eresztetni bárhol is a megáradt Tisza vizét, az ki is fog folyni a vésztározóba, de a duzzasztást előidéző dunai, marosi, körösi vízállás hatása a hullámsebességgel visszafutva azonnal, esetleg lényegtelen különbséggel visszaállítaná a Tisza veszélyre vezető vízállásait. A Tisza 2006. évi árvizének tetőzése is a torkolatától visszafelé a Duna apadása következtében következett be április 22-én úgy, hogy a reggel Törökbecse alatt kialakult tetőzés 8 óra alatt futott fel Szolnokig. Hogy mi lett volna, ha ezen a folyószakaszon előzetesen vésztározókat nyithattak volna meg? A kifolyatott Tisza-víz ellenére ugyanúgy várni kellett volna a Duna apadására ahhoz, hogy ennek hatása elérje a Tisza visszapotlódo vízállásait.

Az esetleges vésztározásokkal – még, ha azok hatékonyak is volnának – töltés-erősítési, magasztási földmunkát sem lehetne megtakarítani. 10–20 cm-es vízállás-csökkentésnél nagyobbbat elméletileg sem lehet kimutatni, és ha még el is hinnénk az olykor hirdetett 1 méter lehetőségét, még ez sem segítene az ár hullámok Tokaj alatti időtartamán. A vízterhelés tartóssága további töltés-erősítéseket kíván, ha nem is elsősorban magassági, hanem töltéstest-vastagsági értelemben. Ezért a Tisza folyó és a Tisza-völgy árvíz-mentesítési és árvízvédelmi munkái, a művek fenntartása és a szükséges védekezési tevékenység a jövőben sem szünetelhet. A vésztározások kérdését pedig valószínűleg az az – egyébként sajnálatos, de reálisnak látszó – körülmény oldja meg, hogy hazánkban a belátható időközön belül nem lesz olyan pénzügyminisztere, aki a teljes vésztározó-rendszer költségeit elő tudná teremteni.



# A VÍZJÁRÁS VÁLTOZÁSA A TISZA DÉL-ALFÖLDI SZAKASZÁN

*Bezdán Mária\**

## 1. Bevezető

A szabályozást követően 1876. után a Tisza vize új mederben folytatta meder-alakító munkáját. „Mivel a Tisza medre mélyen beágyazott és egységes, a középvíz szempontjából a sekélyvizű folyószakaszok is kifogástalanok. Hibájuk csak a kisvizek tekintetében van: ilyenkor kedvezőtlenek a hajózásra” (Iványi 1948).

A vízjárástól függően a mederanyag megbontása változó. A középvizek a mederképző vizek, mert jelentékeny a víztömegük, és kellően tartósak. Az árvizek időszakosak, ezért hatásuk a meder alakulására csak akkor lehetne maradandó, ha az a középvizeknek is megfelel. A kanyarulatok és egyenes szakaszok váltakozása, a mederszűkületek, a mellékfolyók torkolata az áramlási viszonyok megváltozásával jár, aminek következtében a szállított hordalék egy része lerakódik. A Tiszában sok a szállított lebegtetett hordalék, iszap, aminek nagy részét a Dél-alföldi szakaszán a fent említett okok miatt lerakja. A kialakult gázlók kisvizes időszakokban ellehetetlenítetik a hajózást. Az eredetileg széles és lapos fenekű meder szűkítésére és mélyítésére volt szükség, hogy hajózhatóvá váljék.

## 2. A vizsgált szakasz ismertetése

A tanulmányban vizsgált szakaszon (Tiszafüred–Szeged) a Tisza két nagy vízgyűjtőjű bal parti mellékfolyóval rendelkezik. A Körösök vízgyűjtője 27537 km<sup>2</sup> és Csongrádnál ömlik a Tiszába. A Körösök kis esésűek; az alsó szakaszon a szabályozás óta a kisvízi esése 4 cm/km, a nagyvízi esése 4–6 cm/km. A Maros vízgyűjtője 30332 km<sup>2</sup>, azaz a Tisza vízgyűjtőjének 20%-a, és Szegednél torkollik a Tiszába. Viszonylag nagy esésű folyó, és az esése egyenletesen oszlik el. Az alsó szakaszán 13 cm/km. További kisebb mellékfolyó a Zagyva, vízgyűjtője 5677 km<sup>2</sup>, csak időszakosan bővízi folyó, Szolnoknál ömlik a Tiszába (1. ábra).

A vizsgált szakaszon az anyameder átlagos szélessége 200 m körül van. Több helyen alig éri el a 100 m-t (pl. Szolnoknál 332,5 fkm), és Mindszentnél (220,5 fkm) 95 m-es szűkülete van. A kisvízi víztükörszélesség 100–120 m körüli. Az árvízvédelmi töltések átlagos távolsága 1400–1800 m (az anyameder szélességének 7–9 szerese), ami legtöbb esetben a birtokviszonyoknak megfelelően került kialakításra, ezért az árvízi meder szélessége számos helyen az átlag felét sem éri el, máshol viszont a háromszorosát is meghaladja. Martfűnél (303,8 fkm) csupán 205 m a távolság a szemben fekvő töltések között. Az árvizek levonulása szempontjából a leghátrányosabbak a hirtelen összeszűkülések és a védvonal éles irányváltoztatásai (Lászlóffy 1982).

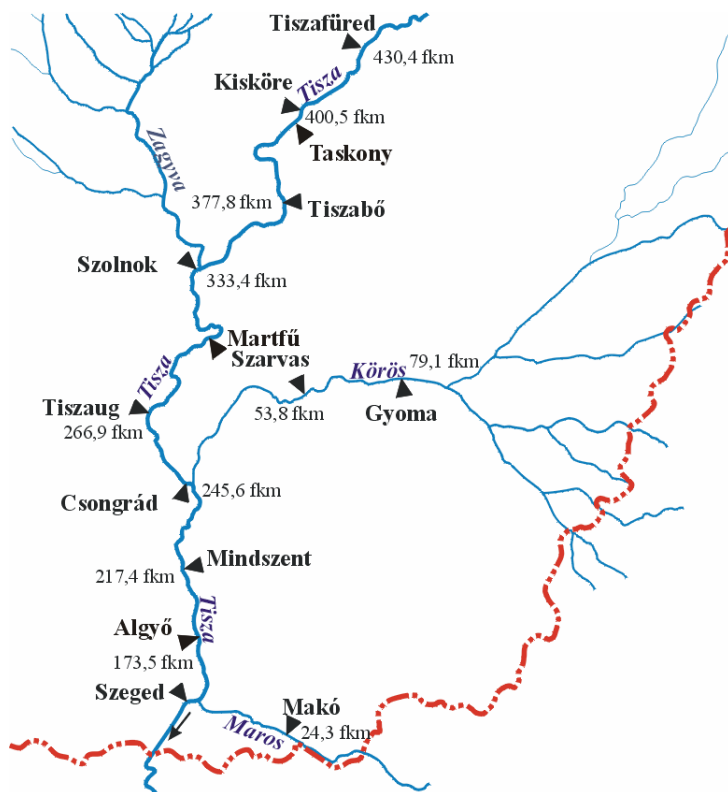
Különösen éles sarkokat találunk Nagykörűnél (356,7 fkm), Tiszavárkonynál (319,9 fkm), Tiszainokánál (276,2 fkm), Tizsakécskénél (269,7 fkm), Szentesnél (236,4 fkm), Mindszent alatt (211,4 fkm) és Hódmezővásárhely alatt (198,3 fkm). Jellegzetes Z alakot ír le Szegvárnál (226–223 fkm). Akad néhány hajtúkanyar is, rende-

---

\* Bezdán Mária vezető tervező, VIZITERV Consult Kft.



sen olyan helyen, ahol a fejlődő kanyarulat különösen szívós, ellenálló partba ütközik. Alig 150 m sugarú a tiszaszőlősi (417,8 fkm) és a Tiszasúly feletti sajfoki kanyar (386,5 fkm). Szépen fejlett meander van Tiszakécske és Nagyrév között (290–282 fkm).



1. ábra. Hosszak és betorkolások a Tiszán  
(szerkesztette: Bezdán M. a VITUKI 1976 alapján)

### 3. A kisvízi szabályozás hatása a Tisza Dél-alföldi szakaszán

A kisvízi mederszabályozást többféleképpen oldották meg: kotrással, iszapoltatással, partvédő művekkel, sarkantyúkkal, de nem mindenhol váltak be ezek a beavatkozások, és nem hozták mindig a kívánt eredményt. A legtöbb esetben azonban sikeresek voltak. A gázlóknál iszapoltató műveket helyeztek el, és ha az üledék kimosható volt, a meder mélyült, a part pedig az iszaplerakódás révén magasodott. A folyó nem szereti a hosszú, egyértelmű, nagysugarú, az egyeneshez közelálló íveket, oda áthajlást igyekszik beiktatni, és a kisvízének sodorvonalát inflexión át átvezeti a másik part felé. Onnan azután a sodor erőtlenül visszahajlik a homorú partra, amely part az egész hosszú szakaszon belül a középvízre nézve inflexió nélküli. A kisvízi sodor áthajlásának a lehetőségét a partmagasságig történő feliszapoltatással érték el. Az így kirekesztett mederrészek révén megszűkítették a széles középvízi medret. A hiányos adatok miatt nem lehet tudni, hogy a vízszín-leszállás oka a medermélyülés, vagy a vízhozamok csökkenésének a következménye-e. Az 1946. évi legkisebb vízállásnál végzett mérések során a vízhozam Szolnokonál 67,7–65,8, Tiszafürednél 68,6 m<sup>3</sup>/s volt. Az 1904. év

legkisebb vízhozam Vezsenynél  $73 \text{ m}^3/\text{s}$  volt. E szerint 1946-ban a legkisebb vízmenynyiség kisebb volt, mint 1904-ben. Meg kell azonban jegyezni, hogy a folyami víztömegmérések eredményei kb.  $\pm 5\%$  pontosságúak. 1917., 1932. és 1939. évi mérési adatok alapján a hajóút mélysége nem csökkent a víz apadásának arányában (Iványi 1948).

A Tisza vízjárásában 1876-ot, a szabályozást követő tíz év leforgása alatt a kisvizeknél erőteljes süllyedés figyelhető meg (több mint fél méter). Ez a jelenség az elfajult kanyarok szabályozással történő kiiktatásának, illetve a mocsarak lecsapolásának következtében a területről levezett víz hiányának következménye. Az átvágásokkal megrövidített és „kiegyenesített” Tisza a vizet átlag  $26\%$ -al gyorsabban vezeti le a befogadóba, alig hagyva időt a tározódásra (Vágás 2000). Minél tovább tart a kisvizes időszak, annál mélyebbre süllyed a vízállás, és vele együtt a talajvíz is. Legfőbb oka a vízhiánynak a tiszai szakaszon a Hárma-Körös vízszállításának megcsappanása volt. A Körösök szabályozásával igencsak megrövidítették, és az árterét is szűkre szabták a folyónak. Míg a szabályozások előtt az árvizek hosszú időn át vezetődtek le, és az elöntött területekről lassan folytak vissza a mederbe, addig a szabályozást követően gyorsan levezetésre kerülnek.

1888-tól 1973-ig, a Kiskörei duzzasztómű megépültéig további kisvízszint-csökkenés tapasztalható. Az összehasonlíthatóság érdekében külön vizsgáltam a nedves éveket, az átlagosakat és az aszályos, száraz éveket. 1888 és 1973 terjedő időszakban a Tiszafüred és Szeged közötti szakaszon a kisvizek az átlagos vízjárású években  $55 \text{ cm}$ -rel, míg a vízhiányos években  $85 \text{ cm}$ -rel süllyedtek le. A legintenzívebb kisvízszín-süllyedéssel bíró szakaszok a Martfű és Csongrád között, illetve Szegednél voltak az aszályos években. A kisvízi szabályozás a Szolnok – Csongrád közötti Tisza-szakaszon igényelt legnagyobb munkát. A vízszín-leszállás okozta mélységcsökkenés következtében további gázlójavítási igények merültek fel. 1917-ben befejezettnek volt tekinthető a Vezsenyi gázló rendezése. Szeged alatt az országhatárig feltöltéssel és iszapoltatással megszüntettek egy mederkiszélesedést (Iványi 1948).

Ha az átlagos éveket és az aszályosakat együtt vizsgáljuk (elkülönítve a nedves évektől), akkor az 1876-tól 1973-ig tartó időintervallumban a legalacsonyabb vízállások átlagosan  $160 \text{ cm}$ -rel kerültek lejjebb. A vizsgált időszak árvizes éveiben a vízállások minimumainál nincs jelentős eltérés. A nedves években a talajvíznek a Tisza környezetében lehetősége van „megemelkedni” (időszakos feltöltődés), ami egy darabig táplálni, és szinten tudja tartani az utána következő kisvizeket.

Az első duzzasztómű megépültéig a vízállások (és vele együtt a talajvíz is) több mint  $1 \text{ m}$ -rel süllyedtek le. A meglévő talajvízadatok szűrőpróbaszerű vizsgálata valószínűsíti eme megállapításomat.

Tiszafüredtől a déli országhatárig 1890–1973 között a vízmérce „0” pontok alatti vízállások tartóssága a száraz években  $12\%$ -kal nőtt, míg az átlagos vízjárású években  $10\%$ -kal többször tartózkodott a vízállás a „0”-pont alatt. Ez a változás a kisvízszín-leszállások következménye. A kisvizes időszakokban a hajózhatóság érdekében a sekélyvizű folyószakaszokat szabályozták. Ez a szabályozás többféle módszerrel történt (kotrás, iszapoltatás...), de mindenképpen az eredeti széles, sekély, lapos-fenekű meder nagy átalakulását jelentette (Iványi 1948). Ezekkel a kisvízi szabályozásokkal a Tiszát rákényszerítették arra, hogy mélyítse a medrét, de hosszú távon ezzel tovább süllyesztették a Tisza alacsony vízszintjeit is, illetve vele együtt a talajvizet is. Emiatt megváltoztak a lefolyás kezdeti feltételei: a mederben érkező árhullámok egy lesúly-

lyedt és a talajvíz által „gyengén táplált” vízszínre futnak rá. A mélyebben lévő vízszintekről „mint kezdeti feltétel” induló vízállás, a vízjárás hevedésének növekedését váltotta ki, mert az alacsonyabb szintről „szűkebb” mederből induló vízszintek gyorsabb ütemben emelkednek. A szabályozás óta eltelt időszakban az érkező árhullámok áradó ágában a vízállások naponta átlagosan 80 cm-rel gyorsabban emelkednek, az apadás pedig napi 30–40 cm-rel lett gyorsabb.

A kisvizek szintjének lesüllyedése Szolnokon messze elmarad a csongrádi mögött. Ez a Szolnok alatti nagyterjedésű agyagos fenekű medreknek tudható be. Agyagos a fenék nagyobb hosszúságban a szandapuszta-rákóczipfalvai, a vezsenyi és Vezseny fölötti szakaszon, a jászkarajenői átvágásban és részben fölötté, továbbá a Nagy-rév fölötti menyórai major körüli mederrészen. Rövidebb vonalon máshol is fordul elő agyag, pl. a martfői alsó gázlóban. Ha e mederrészekon könnyebben kimosható volna a fenékanyag, a kisvíz szintje már 1904-ben is jóval mélyebbre süllyedt volna Szolnokon, mint ahogy történt (Iványi 1948).

A lesüllyedt talajvíz aszályos időszakok megjelenését tette lehetővé. A belvizes előtétek száma, mértéke és tartóssága lecsökkent, illetve korlátozódott az amúgy is lefolyástalan, kolmatálódott altalajú mélyedésekre. A szabályozás révén megnövekedett megművelt területek öntözését az egyébként is alacsony vízállású folyók (Tisza, Körösök) vizéből kellett volna megoldani.

Az 1946. évi szárazság rendkívüli nagymérvű volt, a Tiszának és mellékfolyóinak forrásvizei nagyon megfogyatkoztak. 1946 nyarán és őszén tehát a vízszín-leszállás az egész Tiszán általános jelenség volt. Megállapítható, hogy a szabályozási munkálatokból eredő további jelentékenyebb vízszín-leszállás sem Csongrádnál, sem Szegeden nem várható, mert a sekélyvízű medrek átalakulása már megtörtént (Iványi 1948).

#### **4. A vízszín-esések alakulása**

A vízszín-esés a vizsgált szakaszon nem egyenletes, hanem a különböző mederalakulatoktól függően, illetve a Maros és Hármas-Körös mellékfolyók behatására változó. A nagyésű sekély és szűk mederszakaszoknál nagyobb, míg a mély és öblös medrek esetében kisebb vízszín-esés alakul ki a Tiszán. Kisvizeknél döntően a meder geomorfológiája szabályozza az esést. A természetes formájú medrekben akkor kezd érezhetően fokozódni a kisvízszín esése, midőn a vízmélység a hajóútban 2 m alá süllyed (Iványi 1948). A középvízi mederben a vízszín-esése lecsökken a kisvízi esésekhez képest. Ennek a jelenségnek az oka, hogy a mellékfolyók torkolatától a Tiszában lefelé haladva a Tisza vízhozamához hozzáadódik a mellékfolyó vízhozama és vízállás növekedés következik be nagy vízszín-eséssel, a torkolat felett lévő tiszai szakaszon azonban duzzasztott állapot jön létre: megemelkedik a vízszín és lecsökken a vízszín-esés, néha akár negatív értéket is felvéve. Ezen a szakaszon a tetőzés késleltetett.

Igen kimagasló éréket kapunk (16,17 cm/km) Szolnok és Martfű között 1941. október közepén. Egy heves árhullám, mely Tiszafehéren két nap alatt 4,5 m vízszint-emelkedést eredményezett (50 cm-ről 492 cm-re), és újabb két nap múlva 17-én 550 cm-el tetőzött, Szolnokig normál kimenetelű volt (Szolnokon 18-án 556 cm-en tetőzött). Martfűnél azonban csak késleltetve indult meg az áradás, és három nappal később 21-én tetőzött 470 cm-en. Mindeközben a lejjebb levő Tiszaútnál már 18-19-én tetőzött a Tisza, 435 cm-en. Ez nem egyedi eset. Martfűnél a Tisza szeszélyessé válik, mert sokszor fordult elő, hogy az áradás pár nappal később, de több esetben pár nappal

korábban indult meg – a szomszédos vízmércékhez képest (ez utóbbi esetekben viszont kimagaslóan kicsi vízszín-eséseket kapunk).

„A Tisza árvíz levezetése szempontjából különösen kedvezőtlen ... a Szolnok–Csongrád közötti szakasz, ahol a folyó felszínének esése nagyon alacsony, 3 cm/km ... a folyó csaknem úgy viselkedik, mintha tó lenne. ... a vízszín esése kormányozza a lefolyást, nem pedig a mederfenék lejtése!” (Nagy 2009).

Taskony és Tiszabő, illetve Tiszaug és Csongrád között ~4 cm/km az átlagos vízszín-esés. Tiszabő és Martfű, valamint Csongrád és Mindszent közötti szakaszokon a vízszín-esés átlagos értéke valamivel 3,0 cm/km fölött van. Martfű és Tiszaug között az esés átlaga már a hármat sem éri el (~2,8 cm/km). Ennél még kisebb az átlagos esés Algyő és Szeged között (2,3 cm/km). A legkisebb eséssel a Mindszent Algyő szakasz szállítja a vizet, mert a Szegednél beömlő Maros Mindszent irányába olyan sokszor visszaduzzaszt, hogy az átlagos vízszín-esés már a 2 cm/km-t sem éri el (Bezdán 2010).

Részletesebben a következőképpen alakulnak a vízszín-esések az egyes szakaszokon:

*Tiszafüred és Taskony* között a szabályozást követően a legkisebb vízállásoknál 8,2 cm/km átlagos esésről a nagyobb vízállások felé haladva csökkennek az esések 3,3 cm/km-ig. Az egymásra következő évek során az esések csökkenése figyelhető meg. A kisvíznél 6,2 cm/km az átlagos vízszín-esés, és a nagyvíznél 2,7 cm/km értékre csökken. A Kiskörei duzzasztómű megépülését követően a vízszín-esés eredeti formában nem értelmezhető ezen a szakaszon.

*Taskony és Tiszabő* között hasonlóan alakulnak a vízszín-esések, mint a fölötté lévő szakaszon, csak kisebb értékekkel: 5,2 cm/km-ről 2,8 cm/km-re csökken a kezdeti időszakban, majd a Kiskörei tározó megépülte utáni időszakban 3,6 cm/km-ről 2,7 cm/km-re csökken a nagyvízi tartományok felé haladva.

*Tiszabő és Szolnok* között 1876-ot követően 3,5 cm/km-ről 4,1 cm/km-re növekedtek az esések a magasabb vízállástartományok felé haladva. Az évek során a kisvízi esés nem módosult lényegesebben, azonban a középvízi vízállásoknál eséscsökkenés következett be (2,9 cm/km). A nagyvízi tartományokban újra megnő az esés 3,5 cm/km-re. A Kiskörei tározó üzembe-helyezését követően a kisvízi tartományok felé kezd eltolódni a legkisebb vízszín-esés 2,9 cm/km értékkel és a medertelítettséggel nő a vízszín-esése 4 cm/km átlagos értékre.

*Szolnok és Martfű* szakaszon 3,0 cm/km-ről 2,2 cm/km-re csökkennek a vízszín-esések a vízállás-növekedéssel. Az évek során a kisvíznél esésnövekedés figyelhető meg ~4,0 cm/km érték, és ez csökken a nagyvízi tartományok felé 2,7 cm/km-ig. A duzzasztóművek megépülését követően a kisvízi esés enyhe csökkenést mutat a korábbiakhoz képest (3,4 cm/km), és a vízállás-növekedéssel 3,7 cm/km-re növekszik, majd az anyamederből kilépve újra lecsökken 3,1 cm/km-re.

*Martfű és Tiszaug* közötti szakaszon a legnagyobb vízszín-esések a legalacsonyabb vízállástartományokban fordultak elő, 3,4 cm/km értékkel. A középvízi tartományokban ez lecsökkent 2,3 cm/km-re, majd a nagyvízi vízállásoknál 2,9 cm/km értékig növekedett újra. Az évek során a kisvízi esések kicsit csökkentek (3,1 cm/km), a középvízeknél és a nagyvízeknél pedig nőttek (2,9 cm/km és 3,3 cm/km értékig). A duzzasztóművek üzemének hatására a kisvízi esések még jobban lecsökkentek (1,9 cm/km), a közép és nagyvízi esések pedig tovább növekedtek (3,3 cm/km és 3,7 cm/km). Megjegyzendő, hogy a 700–800 cm vízállástartományban a legnagyobbak az esés értékei. Az ennél magasabb vízállásoknál enyhe eséscsökkenés figyelhető meg.

*Tiszaug és Csongrád* között a kisvizекnél igen nagy az esés 7,3 cm/km és nagyon drasztikusan lecsökken a nagyvízi tartományok felé haladva 1,2 cm/km. Az évek során a kisvízi esések lecsökkentek, és a duzzasztóművek hatására ez a folyamat tovább folytatódott (4,4 cm/km illetve 2,0 cm/km). A nagyvízi tartományokban nőttek az esések: 2,0 cm/km, illetve 1973-at követően 3,0 cm/km. Meg kell azonban jegyezni, hogy a duzzasztóművek megépültét követően a 600–700 cm vízállástartományoknál vannak az esésmaximumok (3,8 cm/km).

*Csongrád és Mindszent* között a kisvízi 4,0 cm/km-ről 2,7 cm/km-re csökkennek az esések a 700–800 cm-es vízállástartományig, majd e fölött 2,9 cm/km-re növekednek. Az évek során a kisvízi és középvízi tartományokban csökkentek az esések 3,0 cm/km és 2,5 cm/km értékre. Ezzel szemben a nagyvízi esések 3,6 cm/km-re növekedtek. 1976 után a törökbecsei duzzasztómű hatására a kisvízi esések 1,1 cm/km-re csökkentek. A nagyvízi esések azonban tovább növekedtek 3,9 cm/km-re.

*Mindszent és Algyő* vízmércéi között a kisvízi esések 2,5 cm/km-ről a Törökbecsei duzzasztómű hatására szintén 1,1 cm/km-re csökkentek. A nagyvizek 2,6 cm/km értéke nem változott.

*Algyő és Szeged* között a kisvízi esések 3,3 cm/km-ről a vízállás növekedésével 1,6 cm/km-re csökkennek, és a 600 cm vízállás fölött újra növekednek 2,9 cm/km-ig. Az évek során a kisvízi esések lecsökkentek 2,0 cm/km-re, majd 1976 után, a törökbecsei duzzasztómű működésbe lépését követően pedig 1 cm/km alá. A nagyvízi esések növekvő tendenciát mutatnak, 3,5 cm/km, majd 4,1 cm/km-ig változtak.

Meg kell jegyezni, hogy ezek az esésváltozások százalékosan igen jelentősek, és a vízállások változásában van nagy szerepük.

A fent közölt esés-adatok időszakokhoz kötött átlagos értékek, amelyek esetenként szélsőséges értékeket is tartalmaznak.

„Igazat kell adnunk annak a véleménynek, hogy különösen a kis esésű folyók tehető vízállásainak az árhullámokban tapasztalható haladási – levonulási – sebességét sokkal inkább a hidrológiai és a hidrológiai statisztikai tényezők nagy szórásokkal jellemezhető eseti függvényei irányítják, mint a folyómeder közvetlen hatásának látzó, állandónak és változhatatlannak tekintett hidraulikai adottságai.” (Vágás, 2000)

## **5. A nagyvizek alakulása 1876-tól a Tisza szabályozást követően**

Az észlelési adatsor hossza több mint 130 év, de előrejelzés szempontjából még így is rövid. Ezen időszakban a folyón különböző változtatások történtek (kisvízi szabályozások a XX. század elején, a borsodi nyílt ártér begátalása az 1930-as évek végén, duzzasztóművek építése, stb.), amelyek szakaszokra bontják a meglévő adatsort, ugyanakkor meg is változtatják a Tisza vízjárását. Ezen változások sokszor időben változó folyamatok, amelyek tendenciája a vízjárás függvényében változik.

A duzzasztóművek nagyvízre gyakorolt hatása a talajvízszintek megemeléseével összefüggésben okozhat némi vízszint-emelkedést. A talajvízszintek megemelkedése a kisvizek szintjének emelkedésével jár együtt, amely pedig mint kezdeti feltétel az árhullámok ráfutásakor már magasabb vízszintről indulva néhány deciméteres vízszint-emelkedést okozhat. Az egyes helyeken összeszűkített középvízi meder tovább emeli a vízszinteket. A nyári gátak egyre magasabb szintű kiépítettsége ugyancsak vízszint-emelő hatású. A szűk töltésközök az árvízi meder összeszorítása, főleg, ha hosszabb szakaszra terjed ki, jelentékeny mértékben megemelik az árvízszín esését, ami a szűkü-

let fölötti folyószakasz árvízszintjének megemelése mellett következik be. A szűk töltésközök következtében a hullámterek part menti sávja feliszapolódik, egyre magasabb lesz, és ez a partmagasodás mintegy nyári gát kíséri a Tiszát. Ennek hatására az árvíznek jelentékeny tömege az anyameder szelvényén fog lefolyni. Szűk hullámtér van a szolnoki Tiszaligetnél, a tiszakürti és kécskei szakaszokon illetve Szeged és Újszeged között, ahol nagyon nagymértékű a hullámtér feliszapolódása. Széles töltésközöknél a part menti sáv feliszapolódása nem okoz nagy keresztmetszet-csökkenést. A hullámtér többi része be tud kapcsolódni a vízszállításba.

Míg Tiszafüred–Taskony–Tiszabő–Szolnok szakaszokon a nagyvízi vízszín esése csökkent az idők során, addig Szolnok alatt Mindszentig és Algyő–Szeged között megnöttek a nagyvízi vízszín-esések. A Mindszent–Algyő szakaszon a nagyvízi vízszín-esések nem változtak.

Fokozottan emelkedett az árvízszint Szolnoknál, de különösen a Körös torkolata és a Maros torkolata között. A nagy árterek kiiktatása után az árvizek számára csak a töltések közötti hullámtér maradt meg, ennek kiterjedése pedig csak a tizede az ősi árternek. Szeged alatt nagy hosszúságban összeszorították az árvízi medret és ennek következtében az árvizek magassága megnövekedett, de a fő baj oka mégis az, hogy a Körös és a Maros beömlése a Csongrád és Szeged közötti szakaszon két ponton is jelentékenyen megnöveli az árvíz tömegét. A Hármaskörös ugyanis a maga nagy árvízét 600 m széles árvízi medréből önti be a Tisza nem sokkal szélesebb (760 m) – és a két folyó egyesülése alatt sem szélesülő – ármedrébe, jóllehet a két folyó árvízi tömegeinek az aránya kerekén 1:3 (Iványi 1948). (1970 júniusában az arány ~1:1 volt.) „Még rosszabb a helyzet a Maros torkolata alatt. A Maros általában széles, legalsó szakaszán összeszűkülő, de 500 m-nél ott sem szűkebb ármedrében jelentékeny eséssel viszi árvízét a Tiszának Szeged körzetében rendkívül szűk, 350–450 m széles medrébe. A két folyó egyesülő árvize sokkal magasabb árvízszintet idéz elő, mint ha az árvízi medrek szélességi aránya megfelelné a vízmennyiségek arányának” (Iványi 1948). A Körös-torok alatti szakaszon a nagy árvizek tömege több mint 1200 m széles hullámteret kívánna. „A mellékfolyók torkolata alatt a befogadók anyamedre az egyesülő folyók középvízi tömegeinek megfelelően fejlődik ki, a tartósan, huzamosan működő mederképző hatások eredményeként. Nem így az árvízi meder, amely mai méretében mesterséges emberi alkotás. Az anyamedrek méretei természettől fogva arányosak. Az árvizek tömegaránya azonban más, mint a mederképző vizeké, és így a mederméretek aránya nincsen összhangban az árvízi tömegek arányával. A múltban az árvizek kiöntettek, így a természet rendje szerint kiegyenlítődhettek. Ma is kiöntenek, de ma már mesterséges határok közötti mederbe vannak szorítva. Ha tehát két folyó egyesülése alatt az árvízi meder szélessége nem arányos az egyesülő árvíztömegekkel, az új árvízszint magassága sem lehet arányos a szabályozás előtti, kiegyenlítődött árvíz magasságával. Szükségszerűen duzzasztás áll elő, mert az árvízszint esésének lefelé meg kell növekednie, ez pedig csak duzzasztás árán következhetik be. Ez az eset mind a Körös-torok alatt, mind a Maros beömlése alatt a Tiszán” (Iványi 1948).

Korbély J. legfontosabb megállapításai: „A főfolyónak és igen gyakran a mellékfolyóknak duzzasztó hatása messze felhat és lefelé is érezhető. Ha egy mellékfolyó jelentékeny víztömeggel szaporítja a főfolyó vízhozománját, a legtöbb esetben nincs módunkban a folyó medrét megfelelően bővíteni. Ezt már a régiek is felismerték, és a torkolati szakaszon a töltéseket egymástól kijebbe helyezték. Meg kell itt jegyeznem,

hogy még milliók árán sem lehetne megszüntetni azt a domborulatot, amely Szeged–Csongrád tájékán a nagyvíz színében mutatkozik, mert ezt az árhullámok összegeződése, egymásra torlódása, szóval: hidraulikus duzzasztás idézi elő.”

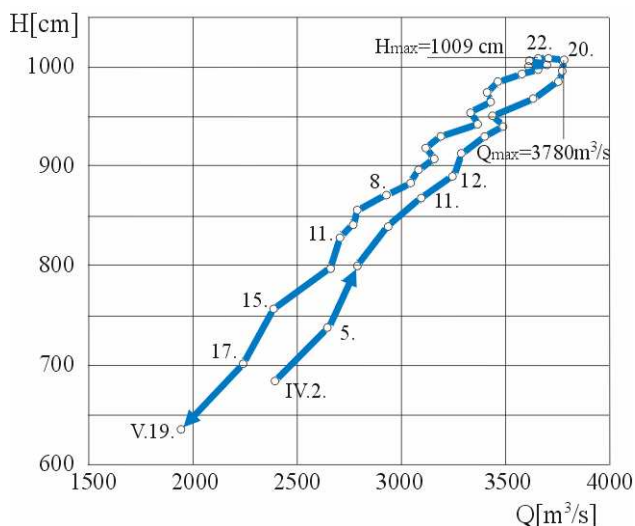
Részletesen szólt Korbély (1909) a főfolyó és a mellékfolyók áradásának kölcsönös hatásáról. „Amint azt Kvassay a műszaki nagytanács értekezletén, 1891. április 20-án kifejtette, a csekély esésű folyóknál a mellékfolyók beömlésénél rendszerint egy púp van, és általában az e szakaszon előállott vízállások meghaladják a felettük és alattuk eső szakasz vízállásait. A vízszín-emelkedés a torkolatnál nem fog egy pontra szorítkozni, hanem mindkét folyón hosszabb szakaszon érezhető lesz, vagyis a két folyó kölcsönösen felduzzasztja egymás vizét ... A Duna duzzasztó hatása, mint Bogdánfy is említi, 1890. szeptember havában egész Szolnokig érezhető volt, mert a Duna közepes áradása igen kicsiny és apadó tiszai vízzel találkozott. ... De nemcsak a Dunának, hanem a mellékfolyóknak is jelentékeny duzzasztó hatásuk van: a Maros rendkívüli nagy árhulláma nemcsak Szegednél és ez alatt, hanem Szeged felett is felemeli a Tisza vízszintjét. A Körös duzzasztó hatása kisebb, de még elég jelentékeny ... A Tiszán a főfolyó és a mellékfolyó áradásai között szoros kapcsolat van, ugyanazért a Tiszát vízjárás tekintetében sokáig úgy tekintették, mint egységes folyót, és a felső szakaszon észlelt vízállásokból – tekintet nélkül a mellékfolyók áradására – következtettek az alsó szakasz vízállásaira... Igen sok esetben a szegedi kulmináció már nem a Tisza, hanem a Maros áradásához igazodik. Általában minden szegedi tetőzés egy-egy nagyobb marosi árhullám levonulásával esik össze. A nagy esésű Maroson az árhullám teljes erősségében rohan le Szegedre, míg a tiszai árhullám bizonyos mértékig kiegyenlítve jut le Szegedre. Igen sok esetben Szegeden az árvíz előbb kulminál, mint Csongrádon.”

Igen jelentős dunai duzzasztó visszahatás mutatkozott 2006 áprilisában, amely a Maros és Körös együttes hatásával egészen Tiszaug fölé felhatott. A Duna vízállásában meghaladta a korábbi LNV-eket. A Dunán és a mellékfolyókon is több héten át folyamatosan tartottak az árhullámok. A szegedi árvízi hurokgörbe a Maros beömlése alatt hagyományos forgási irányú (2. ábra), mert ott a Maros árhulláma vízhozamban jelentősen megnövelte a Tisza vízhozamát. Ezzel szemben az algyői hurokgörbe, amely a Maros torkolata feletti szelvényben alakult ki, fordított forgásirányú (3. ábra). Ez utóbbinál a Maros természetes (duzzasztómű-szerű) duzzasztása arra kényszerítette a folyót, hogy a vízállás tetőzzön előbb, és csak azután a vízhozam. Így ezen a folyószakaszon a tartós duzzasztás állapota idézte elő ezt a jelenséget: a fordított hurokgörbék a duzzasztás fölötti szelvényben alakulnak ki. Közvetlenül a mellékfolyók torkolata alatt hagyományos forgási irányú hurokgörbék kialakulása várható akkor, ha mellékfolyó nagy mennyiségű vizet szállít. Amennyiben a mellékfolyó vízhozama elenyésző lenne a főfolyóéhoz képest, és a befogadó, a Duna duzzasztása érvényesülne csak, akkor nagy valószínűséggel a hurokgörbe itt is megfordulna.

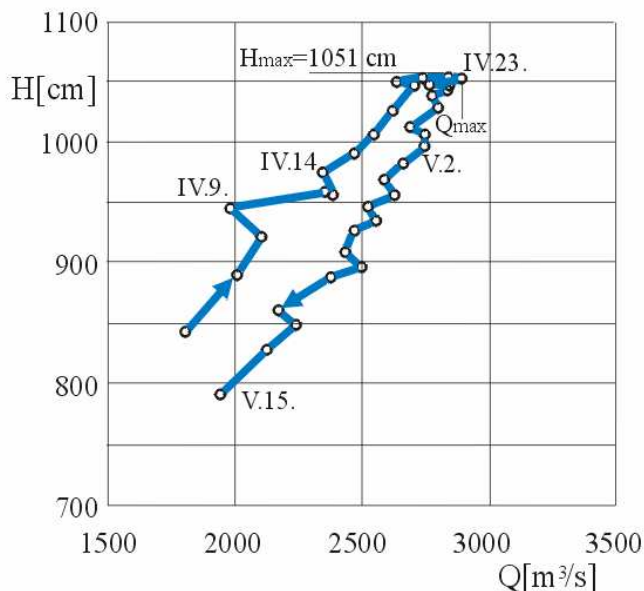
„Gyakran, amikor a főfolyó árhulláma mérsékeltebb, a mellékfolyók vízhozama felül is múlhatja összefolyásuknál a főfolyóét.” Emiatt a mellékfolyók hatása sohasem maradhat figyelmen kívül a Tisza vizsgálatánál (Vágás 1982).

Iványi (1948) a folyószabályozás gyakorló mérnökeként értékelte a Tisza történelmi szabályozásának, és a későbbi kisvízi szabályozásának eredményeit. A szabályozás elérte, hogy „a Maros, de még inkább a rövidebb folyású Körösök a Tiszába öntik már a vízgyűjtőjükről a Tiszáéval csaknem egy időben elindult árhullámuk vizét, amikor a Tisza árhulláma még messze a két torkolat fölött jár. Azt azonban nem lehetett





2. ábra. Az árvízi hurokgörbe Szegeden a 2006. évi árvíz idején



3. ábra. A fordított árvízi hurokgörbe a 2006-os árvíz idején Algyőnél

megakadályozni, hogy e két folyó meg ne töltse gyorsabban lefutó árvizével az Alsó-Tisza medrét, és ez által le ne rontsa a Tisza vízszíneének esését felfelé, és azt sem, hogy a mellékfolyók későbbi árhullámai ne találkozassanak a Tisza korábbi árhullámával ... Ezt a körülményt nem lehetett az esés megnövelésével jobban ellensúlyozni, mint ahogy történt, mert már nem maradt jelentékenyebb átvágható kanyarulat sem magán ezen a szakaszon, sem alatta. Minden megtörtént, ami lehetséges volt, de a Tisza árvíz-levezető képességét nem lehetett a meder fejlesztésével sem tovább fokozni ... Nem-hogy lényegesen növelték volna a töltések között a felsőbb szakaszokéival szemben, hanem szerencsétlenül helyi szempontoknak engedve, eltúrták, hogy szűkebben alakuljon ki a hullámtér az alsóbb szakaszokon, mint lejjebb.”

„A csapadék éven belüli változása a folyók vízjárását alapvetően meghatározza. ... A vízrendszerben a vízgyűjtő területek csapadékhullása elsősorban az időszakhoz és nem a meghatározott évszakhoz kapcsolt jelenség. ... A szélsőséges időjárás gyakran a csapadék regionálisan jelentkező nagymennyiségű különbségeivel jár együtt, amely viszont kiszámíthatatlan áradást idézhet elő” (Andó 2002).

A száraz és nedves évek átlagosan hét évente váltják egymást, de a periódusok egyenletességében nagy különbségek lehetnek. Az utóbbi években csapadékosabbá váló időjárás hatása a vízjárásban is megmutatkozik.

Mindezek tükrében kimondhatjuk, hogy bármikor bekövetkezhet a jelenlegi legmagasabb vízállást meghaladó vízállás.

## **6. A duzzasztóművek hatása a Tisza Dél-alföldi szakaszának vízjárására**

A Tiszalöki vízerőmű az első jelentős műtárgy a Tiszán, amit a szabályozás óta megépítettek. A duzzasztóművet 1954 tavaszán helyezték üzembe. A vízen energiát villamos energia termelésére hasznosítják. A vízerőmű a Tisza 518,2 fkm szelvényében van. A műtárgyat a rázompusztai kanyar átvágásában alakították ki. A duzzasztómű 7 méterrel emeli meg a vízszintet. A hajózsilip 85x17 méteres. Egy átszilipelés alkalmával 30 perc alatt 10115 m<sup>3</sup> vizet juttat (~5,62 m<sup>3</sup>/s) a vízerőmű alvizére. A Tiszalöki duzzasztómű üzembe-helyezését követően a talajvíz-utánpótlás megoldódott a műtárgy környezetében, és a talajvíz szintje 0,5–1,0 m-t emelkedett meg. A vízlépcső legjelentősebb előnye az, hogy megfelelő mennyiségű vizet lehet szolgáltatni a Körösök völgyébe annak érdekében, hogy elkerüljük a Körös folyók parti sávjainak és a környező területeinek kipusztulását. Röviddel a vízlépcső üzembe helyezése után azt tapasztalták, hogy a Körös folyók vízhozama az év száraz periódusaiban folyamatosan csökkent. Például az történt, hogy a Sebes Körös teljesen kiszáradt és a Hármaskörös vízhozama hosszú ideig 3 m<sup>3</sup>/s-ra esett vissza. A felszín alatti víz hátrányos csökkenése volt a következménye ennek a helyzetnek, mely mezőgazdasági károkat okozott és katasztrofális hatása volt a vízfolyások mentén lévő erdőkre és csodálatos ligetekre. A Bökényi, Békésszentandrás, Körösladányi, Békési, Gyulai vízlépcsők, különösen a Békésszentandrás vízlépcső, valamennyire javított ezen a rossz ökológiai helyzeten, de ez egyáltalán nem volt elég. A problémát oly módon oldották meg, hogy a két öntöző főcsatornán és a hozzájuk csatlakozó patakokon, vízfolyásokon, csatornákon és zsilipeken keresztül a Tiszalöki felvízi tározótérből 28 m<sup>3</sup>/s vízhozamot vezettek át a Körös-völgybe. Így a Tiszalöki Vízlépcső visszaállította a megfelelő hidrológiai egyensúlyt, megvédte a Körösök völgyét egy ökológiai katasztrófától” (Mosonyi–Pados–Ötvös 2004).

A Kiskörei vízlépcsőt 1967-ben kezdték el a hullámtérben épülő mű árvédelmét szolgáló körtöltés építésével. 1973. év tavaszán épült meg a vízépítési műtárgy. A vízerőmű berendezései 1974-ben készültek el. A vízlépcső a Tisza 404 fkm szelvényében – jobb parti átvágásában – épült. A műtárgy mellett lévő hajózsilip 85x12 méteres. A műtárgy zárószerkezetei maximum 11 m-es vízoszlop megtartására lettek kialakítva.

A kiskörei vízlépcső üzembe-helyezését követően pár év múlva 1976-ban üzembe helyezték a Jugoszláv oldalon a törökbecsei vízlépcsőt is.

A duzzasztóművek által tározott víz kielégíti az öntözés vízigényét. A duzzasztóművek üzemével a talajvíz szintje visszaállt közel eredeti szintjére, ezzel megoldva a kisvízes időszakokban a meder talajvíz általi víztáplálását. Ugyanakkor a megemelkedett talajvíz kedvez a belvízes elöntéseknek. Most már a belvíz nemcsak a lefolyástalan

területeken, de a mélyebben fekvő és talajvíz által táplált területeken is megjelenik. A magasabb talajvíz az öntözés szempontjából is kedvező lehet.

Az árvízszintek megnövelésében a duzzasztóművek meglehetősen nagy szerepet játszanak, mert egyrészt mederszűkületet okoznak, másrészt a tározóterüktben tárolt nagy mennyiségű vízzel és a mögöttes szelvényekben megemelt vízszintekkel megváltoztatják a kezdeti feltételét egy árhullám levonulásának. Így az érkező árhullámok nem egy kisvízszintre, hanem egy magasabb vízszínre futnak rá. Ezzel olyan állapotot előidézve, mintha egy levonuló árhullám apadó ágára futna rá az érkező árhullám.

Gyakorlati okokból a kiskörei duzzasztóműnél a kezdeti évekhez képest a minimális duzzasztási szint több mint egy méterrel magasabb lett. Ezt az 1977, 1979, 1980 és 1981-es évek árvizei és az 1998, 1999, 2000 és 2006-os évek árvizeinek összehasonlításakor figyelembe kell venni. (Hasonlóan a törökbecsei duzzasztóműnél is a duzzasztási szintek 30–50 cm-rel magasabbak.) Tehát a kezdeti feltételek megváltoztak. Ez különösen a déli országhatár feletti szakaszon a Maros és a Hármas-Körös közel egyidejű árhullámaival nagymértékben megemelheti az árvízi szinteket.

## 7. Összefoglalás

Amikor az ember beavatkozik a természet rendjébe, és bizonyos fokig megváltoztatja azt, számolnia kell vele, hogy nem mindig a kívánt eredményt fogja elérni. Újabb változtatásokra, korrekciókra lesz szüksége, hogy a végcélhoz közelebb kerüljön. Ez a folyamat egyre szűkülő spirál, amely mindinkább közelít a megvalósítani kívánt végeredmény felé.

A Tisza szabályozásával több célt is el kívántak érni: hajózhatóvá tenni a Tiszát, gyorsabban levezetni az árvizeket, művelhetővé tenni több területet. A kisvízi időszakokban azonban a hajózást szüneteltetni kellett, mert azzal, hogy megrövidítették a Tiszát, nemcsak a nagyvizeket, de a kisvizeket is az addigiaknál gyorsabban vezette le a területről. A „kiegyenesített” és a kisvíznek széles mederszakaszokon a gázlók miatt nehezen hajózhatóvá, időszakosan hajózhatatlanná vált a Tisza. Emiatt újabb beavatkozásokra volt szükség, hogy a kisvizeket nagyobb vízmélységgel vezesse le a folyó. A lemélyített és szűkített mederszakaszoknál a kisvízszintek további süllyedése újabb beavatkozásokat igényelt. Az egyre mélyebbre leszálló kisvízszintek a talajvízszintek egyidejű lesüllyedésével csökkentette a talajvízből történő vízutánpótlás lehetőségét. Ezt a folyamatot a vízlépcsők megépítése fordította vissza azzal, hogy duzzasztásukkal megemelték a kis- és középvízszinteket, mind a tározóterben, mind pedig a talajvíz szintjének megemelésével. A hajózás szempontjából az addigiaknál kedvezőbb vízmélységeket sikerült elérni.

Ezek a beavatkozások azonban az árvízszintek megemelkedésével jártak együtt, különösen a Szolnok alatti mederszakaszokon. Az 1940-es évek elejétől a 600 cm-t meghaladó vízszintek tartósságának növekedése következett be Taskony és Tiszaug között. Ennek kiváltó oka a kisvízi szabályozás hatására összeszűkült mederszakaszok, a Borsodi nyíltártér ármentesítése (így kizárása a nagyvízi vízszállításból), nyári gátak építése, a szűk töltésközpök miatt feliszapolódott parti sávok és az elburjánzott sűrű aljnövényzet miatt a Körösök és Maros árhullámainak erőteljesebb hatásaként bekövetkező vízszín-esés-változások. A kiskörei és törökbecsei duzzasztóművek üzembehelyezését követően azonban a Csongrád alatti mederszakaszokon csökkent az anyamederből kilépő vizek éven belüli tartóssága.

## Irodalom

- Andó M. 2002: A Tisza vízrendszer hidrogeográfiája. SZTE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged.
- Bezdn M. 2010: A vízszín-esések alakulása az Alsó-Tiszán. Hidrológiai Közlöny, 5. pp. 29–36.
- Iványi B. 1948: A Tisza kisvízi szabályozása. Vízügyi Közlemények, 3. pp.271–304., 4. pp. 398–435.
- Korbély J. 1909: Az árvízjelzés, tekintettel a Körösök és a Berettyó vízjárására, valamint a Tisza szegedi és csongrádi vízjárására. A Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye
- Korbély J. 1937: A Tisza szabályozása. Nemzeti Könyv- és Lapkiadó Vállalat, Debrecen
- Lászlóffy W. 1982: A Tisza. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Mosonyi E.–Pados I.–Ötvös P. 2004: A vízlépcső és erőmű tervezési, építési és üzemelés, ökológiai és társadalmi előnyei, tapasztalatai 50 év tükrében. Kézirat. ÉKÖVIZIG
- Nagy L. 2009: Árvízvédekezés a településeken. Innova-Print Kft., Budapest.
- Vágás I. 2000: Folyók tetőző vízállásainak haladása az árhullámban. Hidrológiai Közlöny, 1. szám pp. 45–53.
- VITUKI (1976): Vízrajzi Évkönyv, Budapest.

# AZ ALFÖLD TÖLTÉSEK KÖZÉ SZORÍTOTT FOLYÓI

*Kiss Tímea – Sipos György – Fiala Károly\**

A Kárpát-medence közepén lévő Alföld egykor hatalmas mocsárvilág volt, amelyet az ideérkező Duna és Tisza, illetve ezek mellékfolyói formáltak. Az Alföld negyedidőszaki fejlődéstörténetéből adódóan, nem egységes felszínű és vízellátottságú. Legmagasabb fekvésű területei a folyók hordalékkúpjai (pl. Nyírség, Kiskunság), amelyeket azok már több tízezer éve elhagytak, így felszínüket a szél formálta tovább. Ennél alacsonyabban húzódnak a folyók egykori árterületei, amelyek maguk is kettős osztatúak, hiszen a holocénben a folyók bevágódtak a korábbi árterekbe, s így különültek el a megtelepedésre és mezőgazdasági művelésre alkalmas magasárterek, illetve az alacsony árterek, amelyeket a 19. századi szabályozások előtt az év nagy részében 0,5–1,0 m mély víz borított. A 19. századi szabályozások eredményeképpen aztán az alacsony ártér fejlődése is kettévált. Az árvízvédelmi töltésrendszer kiépítésével az aktív ártér egy 1–5 km széles sávra korlátozódott, miközben a mentett oldali egykori ártér egyre inkább a korábbi magasártérhez vált hasonlatossá. A korábban vizenyős területeken ma szántóföldeket és településeket találunk sűrű csatorna-, út- és vasúthálózzal. Jelen tanulmányban célunk a jelenleg is aktív, gátak által határolt ártereken zajló folyamatok bemutatása. Az ártér legfontosabb földrajzi folyamatai vagy magához az ártéri síkhoz köthetők (pl. feltöltődés) vagy magához a folyómederhez (pl. kanyarulatok vándorlása, zátonyok és szigetek kialakulása). A fent említett folyamatok vizsgálata árvíz biztonsági szempontból is kiemelten fontos, hiszen mint látni fogjuk a feltárt változások legtöbbször a meder és a hullámtér vízvezető-képességének csökkenését idézik elő.

## 1. Árterek feltöltődése

Az árvízvédelmi töltések közötti hullámtereken a legfőbb folyamat a feltöltődés. Erre utal az, hogy a 2001-es tiszai árhullám idején a víz lebegtetett hordaléktöménysége Kiskörénél 1372 mg/l volt, míg Szolnoknál 1195 mg/l, ami jelentős kiüledést jelez (Szlávik–Szekeres 2003). A hullámtér gyors feltöltődése az árvizek levonulását is befolyásolja, hiszen a feltöltődéssel nő a felszín magassága, ami növeli az árvizek magasságát is, miközben a gátak nem magasodnak, tehát a gátak közötti „tározó tér” fokozatosan csökken.

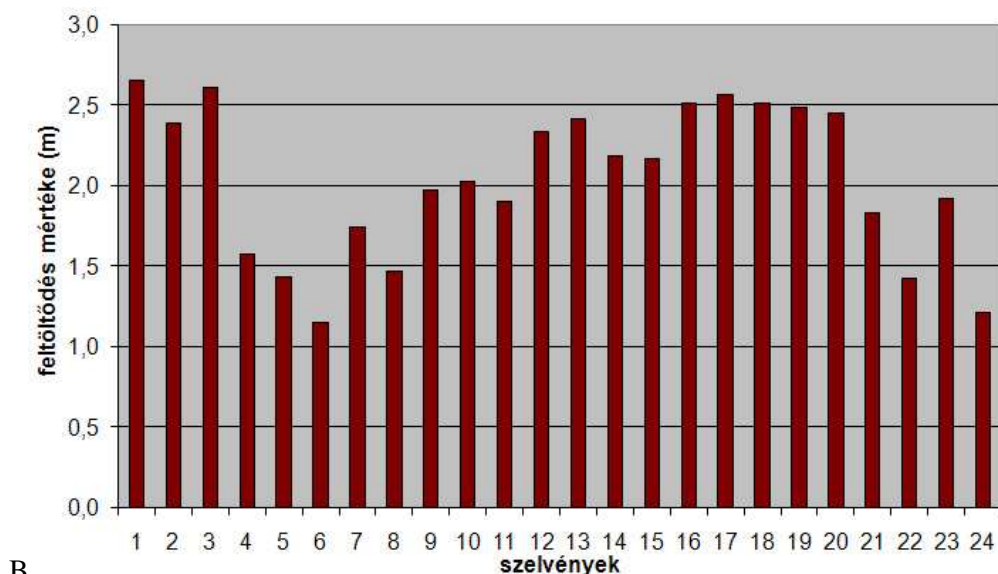
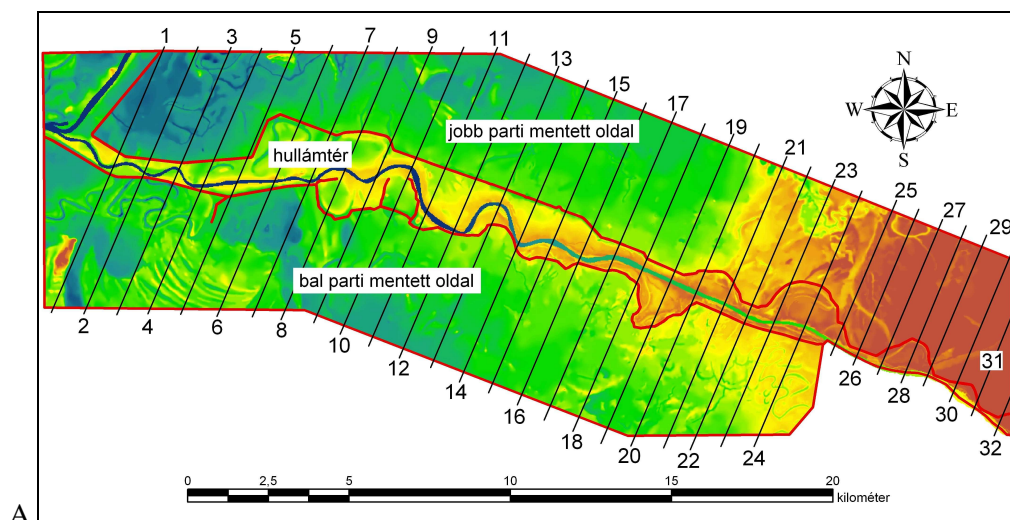
Mivel az ártérfeltöltődés a legnagyobb gondot a Tisza mentén jelenti, ezért ezzel számos kutató foglalkozott (Nagy et al. 2001, Schweitzer 2001; Gábris et al. 2002, Sándor–Kiss 2006a), de vannak adatok a Maros (Oroszi–Kiss 2004, Oroszi et al. 2006) és a Körösök mentéről is (Rakonczai–Sárköziné Lőrinczi 1984, Babák 2006).

Amíg nem léteztek töltések, az árvizek több tíz km széles ártereken terültek szét, ahol lerakódott az árvizek által szállított nagy mennyiségű iszapos-agyagos hordalék. Ezért ekkor az árterek feltöltődése még jóval lassabb volt a jelenleginél, például a Bodrogközben 0,2–0,8 mm/év (Borsy et al. 1989), a Felső-Tiszán 0,3 mm/év (Félegyházi 2004, Félegyházi et al. 2004).

---

\* Dr. Kiss Tímea egyetemi docens, PhD, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Dr. Sipos György tud. munkatárs, PhD, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Fiala Károly osztályvezető, ATIKÖVIZIG, Szeged

Jóval több adat vonatkozik a tiszai hullámtéren a szabályozások óta zajló feltöltődésre. A hullámtér felmagasodása olyan nagy mértékű, hogy azt geodéziai felmérések segítségével is lehet számszerűsíteni, összehasonlítani a völgyszelvény-adatsorok magassági adatait vagy kiszámolva a mentett és a hullámtéri oldal magasságkülönbségét. A különböző kutatások hasonló adatokkal szolgálnak: a Tiszán a szabályozások utáni időszakban 20–160 cm vastagságú üledék rakódott le a hullámtéren (Károlyi 1960a), ami 5–10 mm/év átlagos felhalmozódást jelent (Gábris et al. 2002). A Maros ugyancsak intenzív feltöltődés színtere (1. ábra), amit magyaráz kiemelkedően magas hordalékhozama. Hullámtérén 1,2–2,5 m hordalék halmozódott fel a szabályozások óta, ami 8–16 mm/év feltöltődést jelent (Lóczy és Kiss 2009).



1. ábra. A Maros Apátfalva és a tiszai torkolat közötti szakaszán a gátakon belüli hullámtér erősen feltöltődött (A). A szelvények mentén összehasonlítva a hullámtér magasságát a mentett oldalával megadható a feltöltődés mértéke (B)

A hullámtéren zajló üledék-felhalmozódás vizsgálatának másik módja a lerakódott üledék fizikai és kémiai tulajdonságainak meghatározása, amikor valamilyen ismert korú esemény jellegzetes üledékéhez képest határozzák meg a feltöltődés mértékét. Például több kutató azt használta fel (Tiszán, a Körösök és Maros mentén), hogy a szabályozások után durvább szemű homokos üledék került a hullámtérre, eltemetve a szabályozások előtti talajokat. Ezen marker-réteg alapján megállapítható, hogy 0,4–2 m (4–20 mm/év) üledék akkumulálódott hullámterein (Nagy et al 2001, Schweitzer 2001, 2006, Braun et al 2003, Balogh et al 2005; Sándor–Kiss 2006b). A Maroson ezzel a módszerrel mérve is gyorsabb (6 mm/év) felhalmozódást mértek (Kiss et al 2004).

Még ugyanazon folyó árizei is eltérő mennyiségű hordalékot szállítanak, ezért az ártérfeltöltődés nem ugyanakkora minden évben, még hasonló nagyságú árhullámok esetén sem. Ennek oka, hogy az árhullámok kialakulása idején különbözhet a vízgyűjtő felszínborítása (pl.: ha az árvizet a tavaszi hóolvadások indítják el, a növényzet még gyér, így több anyag juthat a folyóba), különbözhet a meder felszaggatásának és a part-erózióinak a mértéke, stb. Ezért a kutatók számára az is érdekes lehet, hogy egy-egy árvíz milyen vastag üledéket, milyen mintázatban rak le a hullámtereken. Érdekes, hogy bár a 2001-es tavaszi árvíz is magas vízzal vonult le (ekkor szakadt át Tarpánál a gát), ártérfeltöltő hatása mégsem volt mérhető (Kiss et al 2002).

Egyetlen árvíz által lerakott üledék vastagágát hazánkban először Borsy (1972) mérte a Szatmári-síkon az 1970-es árvíz után. Az Tiszán 1998-tól, míg a Maroson 2006-tól végzünk hasonló vizsgálatokat (Kiss–Fejes 2000, Kiss et al 2002, Sándor–Kiss 2007, Oroszi et al 2006). A kutatások azt mutatják, hogy a partok mentén maximalsan 80 cm homokos üledék halmozódik fel, majd a partoktól való távolsággal egyre finomabb szemű és egyre vékonyabb üledékréteg rakódik le.

A vizsgálatok szerint a hullámtéren a medertől való távolsággal közel exponenciálisan csökken az üledék vastagsága, majd a folyótól távolabb már egyéb tényezők is jelentősen befolyásolják a feltöltődés mértékét. Az ártereken megfigyelhető, hogy az invazív növények (pl. gyalogakác, zöldjuhar, süntök) egyre sűrűbb, egyre összefüggőbb állományokat alkotnak, növelve a hullámtér érdekességét és csökkentve vízszállító képességét (Kovács–Váriné 2003, Kiss–Sándor 2009). Ezt a csökkenést mutatták ki Szolnokon is, ahol 1970-ben a hullámtér a teljes vízhozam 23 %-át szállította, míg az 1998–2000-es árhullámoknál már csak 13 %-át, tehát a hullámtér vízszállító képessége három évtized alatt 40–50 %-kal esett vissza. A számítások szerint a hullámtér megfelelő karbantartásával az árvízszintek 100–120 cm-rel csökkenthetők lennének (Kovács–Váriné 2003).

A növényzet mellett az ártér domborzata, geomorfológiai formái is igen fontosak lehetnek az akkumuláció mértékének befolyásolásában (Kiss et al. 2005, Oroszi et al. 2006). Az árterek legmagasabb természetes felszíneit képviselik az egykori övzátonyok és övzátony-sorok, valamint a már nem aktív folyóhátak. Ezeken a magasabb felszíneken az akkumuláció kisebb (pl. a Maros esetében: 2,5 mm/év), mint a hullámtér egyéb részein (Maros: 6 mm/év). Ez azzal magyarázható, hogy a magasabb térszínek rövidebb ideig állnak vízborítás alatt és így ezeken kevesebb lebegtetett üledék rakódhat le (Kiss et al 2004).

Az ártér legmélyebben levő formái (holtágak, kubikgödrök, egykori mocsarak) töltődnek fel a leggyorsabb ütemben. Ezért, azok a holtágak, amelyek a gátakon belül vannak ma sokkal sekélyebbek, mint a mentett oldalra került társaik. A holtágak feltöltődése talán a legintenzívebb a Maros mentén, amelyek a folyó jelentős lebegtetett üledékhozama miatt mára már teljesen feltöltődtek (Oroszi–Kiss 2004).



A holtágak feltöltődési ütemére vonatkozóan nagyszámú adattal rendelkezünk. A közép-tiszai holtágak átlagosan 20–60 mm/év feltöltődési ütemet mutatnak (Braun et al 2000, 2003), bár ez az ütem korántsem volt egyenletes, a leggyorsabb a 20. század közepe táján volt.

Az ártérfejlődés egy speciális esete történt a Szigetközben, ahol a Duna vízszintjének mesterséges csökkentésével a meder keskenyebbé vált, és a szárazra került mederfenék elindult az ártérre válás útján. Az övzátonyok kavicsaljzatán szinte azonnal elkezdődött a finomabb szemű üledék felhalmozódása: 11 év alatt 5–25 cm. Ugyanekkor megindult a talajképződés valamint ezzel párhuzamosan a másodlagos szukcesszió (Szabó 2001, Szabó et al 2004).

Egyes kutatók (Károlyi 1960a, Gábris et al 2002) szerint a hullámterek szélessége is befolyásolja az ártérfeltöltődés mértékét.

## **2. Mederfejlődés**

Az Alföld domborzatának formálásában a harmadidőszaktól kezdve döntő szerepet játszott a folyóvíz. Így volt ez egészen a 19. sz. közepétől lezajlott folyószabályozási és lecsapolási munkálatokig, amikor az árvízvédelmi gátak és a lecsapolások révén az árterek területe jelentősen csökkent (Lóczy 2007). Ezzel párhuzamosan a mederrendezések hatására a természetes mederben zajló és közvetetten az árteret is alakító folyamatok (kanyarulatvándorlás, holtág-lefűződés, szigetképződés stb.) lelassultak vagy megálltak.

A 19. századi szabályozási munkáknak köszönhető, hogy pontosabb, valamint térben és időben is sűrűbb adatok állnak rendelkezésre, mint más országokban. A szabályozások megkezdésekor a Kárpát-medence főbb folyóit és ártereit a kor színvonalánál jóval pontosabban mérték fel, gondoljunk csak a már elemzéseket is magában foglaló, Péch József szerkesztette „Tisza hajdan és most” (1906) c. kiadványra. A térképezés mellett a 19. század közepén megkezdődtek a rendszeres (napi) vízszintmérések is. Ezeket idővel egyre sűrűbben vízhozam adatok is kiegészítettek, amelyekhez elengedhetetlenül szükséges volt a meder folyamatos szelvényezése. A vízhozam-mérési szelvények mellett a nagyobb folyókon a szabályozásokat követően a Vízrajzi Osztály 1886-ban létrehozta a VO-kó hálózatot, amely mentén – például a Tiszán hat alkalommal – keresztshelvényeket vettek fel folyam-kilométerenként. Ez világszinten is kiemelkedően hosszú és pontos mérési adatsorokat eredményezett. A mederben lejátszódó folyamatok megismerését mindemellett a 19. század végén meginduló hordalékmérések is nagyban szolgálták (Takáts 1930).

A mederben zajló legfontosabb folyamatok a kanyarulatfejlődés, a meder szélességének változása, a feltöltődés vagy a bevágódás, illetve a medermintázatok közötti átmenet. E folyamatok ütemét végső soron a víz- és hordalékhozam, az esés, a hordalék minősége, a vegetáció és az antropogén hatások befolyásolják.

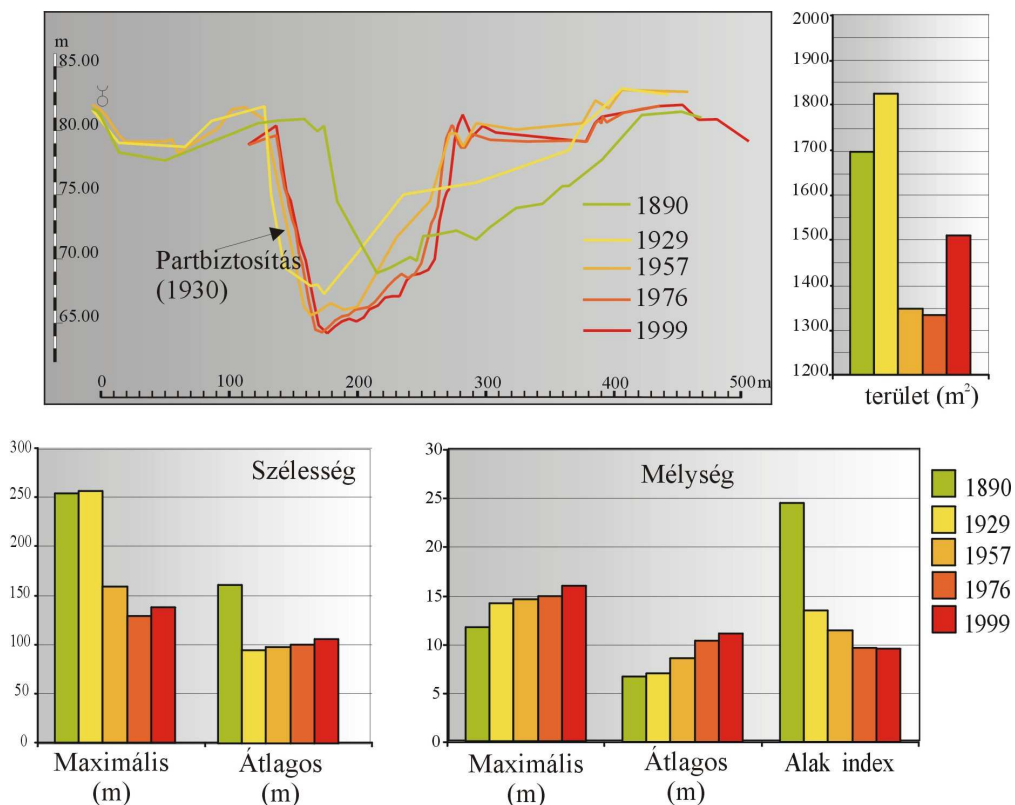
### **2.1. Kanyarulatfejlődés**

A kanyarulatok fejlődési sebességét lehet vizsgálni térképek és légifotók alapján, a partba rögzített eróziós tűk használatával vagy az övzátonyok szedimentológiai elemzésével.

A szabályozási munkák eredményeként a Dunán, a Tiszán és mellékfolyóikon bekövetkező mederváltozásokat először Kvassay (1902) foglalta össze, később egyre több kutató foglalkozott a témával (pl. Károlyi 1960ab), különösen a 20. század végi nagy árvizek kapcsán (pl.: Nagy et al 2001, Lovász 2005).

A meanderek vándorlási sebessége a legnagyobb a szabályozásokat követő évtizedekben volt. Ekkor az átvágások hatására az esés a folyók többségén megduplázódott, így azok munkavégző képessége megnőtt, ezért kanyarulataik is gyorsabban fejlődtek. Mivel a kanyarulatok oldalazó eróziója miatt az árvízvédelmi töltések is több helyen veszélybe kerültek, az 1930-as évektől megkezdődött a partbiztosítások kiépítése. A kőrákatok és sarkantyúk miatt megszűnt a kanyarulatok külső ívének eróziója, ugyanakkor a belső íven az övzátonyok fejlődése tovább folytatódott, ami új gondokat eredményezett.

Ezeket a folyamatokat a Tiszán először Károlyi (1960a) számszerűsította, aki a legintenzívebb kanyarulatvándorlást (1,6–27,9 m/év) 1890–1951 közötti időszakban mérte a Tokaj és Csap közötti szakaszon. Ugyanakkor a Duna sárközi szakaszán a természetes medereltolódások maximális értéke 1783 és 1900 között 16–50 m/év volt (Somogyi 1974). A partbiztosítások hatására lelassuló kanyarulatvándorlást alsó-tiszai vizsgálataink is bizonyították (Fiala–Kiss 2005, 2006). Méréseink szerint a vizsgált 25 km-es folyószakaszon a közép vonal hossza a szabályozásoktól a partbiztosítások megépítéséig átlagosan 6 m/év (0,25 m/év/fkm) ütemmel növekedett, míg később ez az érték 0,8 m/év-re csökkent. A kanyarulatok morfológiai paraméterei (húrhossz, ívhossz, görbületi sugár) jelentősen torzulnak a védművek kiépítése óta, így egyre kisebb görbületi sugarú, egyre élesebb kanyarulatok jöttek létre – amelyek akadályozzák az árvizek gyors levonulását (2. ábra).

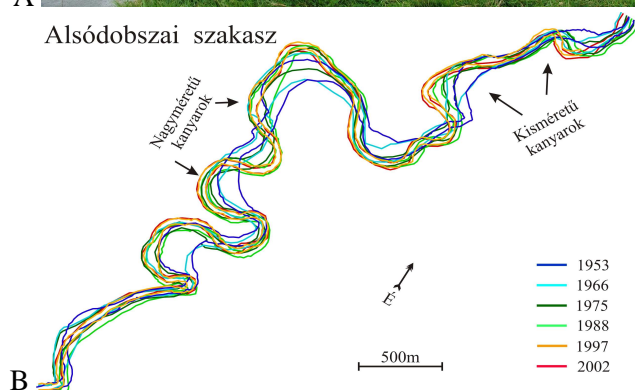


2. ábra. A Tisza mindszenti (214-es VO) szelvényében a mederkeresztmetszet jelentősen torzult a partbiztosítás megépítése (1930) után



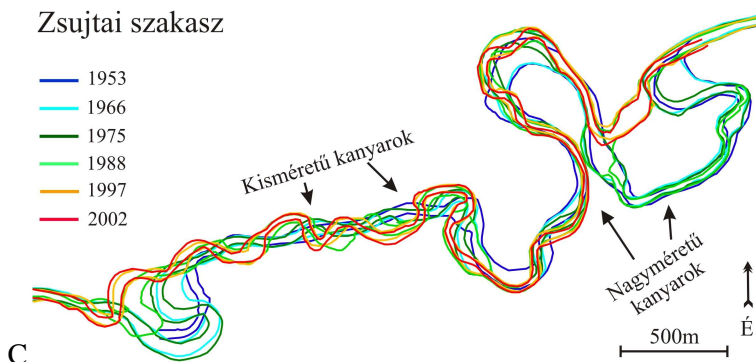
A

Alsódobszai szakasz



B

Zsujtai szakasz



C

3. ábra. A Hernád csaknem teljes szakaszán a kanyarulatfejlődést nem befolyásolják szabályozási művek (A). Az alsódobszai szakaszon (B) 1953 és 2002 között a nagyméretű kanyarokon másodlagos, kisebb kanyarok jöttek létre, ugyanakkor a kisméretű kanyarok (C) alig változtak, csupán lejjebb vándoroltak a folyón (forrás: Blanka 2010)

Más folyókon, így például a Hernádon, a szabályozási munkák alig érintik a medret, így ott a mederfejlődés gyorsabb ütemű még napjainkban is (3. ábra). Itt vizsgálataink alapján egy eredetileg 5,7 km-es szakaszon 1,7 km-es középvonal növekedést figyeltünk meg 1937 és 2002 között (4,5 m/év/fkm), amely főként új kanyarulatok létrejöttének és szűrflexiós kanyarulatok kialakulásának köszönhető (Blanka–Kiss 2008). A Hernád egyik kanyarulatában Kozma (2008) 4–5 m-es aktív parterróziót mért néhány hónap

leforgása alatt, míg a 2010-es rekord magasságú, egymás után kétszer is lezúduló árvíz a Hernád egyes kanyarulataiban akár 16 m oldalazó eróziót is okozott (Blanka 2010).

A Maros magyarországi szakaszán is összehasonlítottuk a közel természetesen fejlődő és a partbiztosítással védett kanyarulatok fejlődését (Blanka et al. 2006; Blanka és Kiss 2006; Sipos 2006). A szabályozásoktól (1856) napjainkig egyes nem szabályozott kanyarulatok tetőpontja a Maros nagylaki szakaszán 1,7–2,1 m/év ütemmel mozdult el, így a partbiztosítások nélküli mintegy 30 km-es folyószakaszon (Nagylak és Makó között) a középvonal hossza a szabályozások óta 2,5 m/év ütemmel növekedett (0,08 m/év/fkm). Mindeközben a szabályozott szakaszon az utóbbi 50–60 évben a belső íven húzódó övzátonyok intenzív épülése (1-2 m/év) miatt a meder jelentősen szűkült.

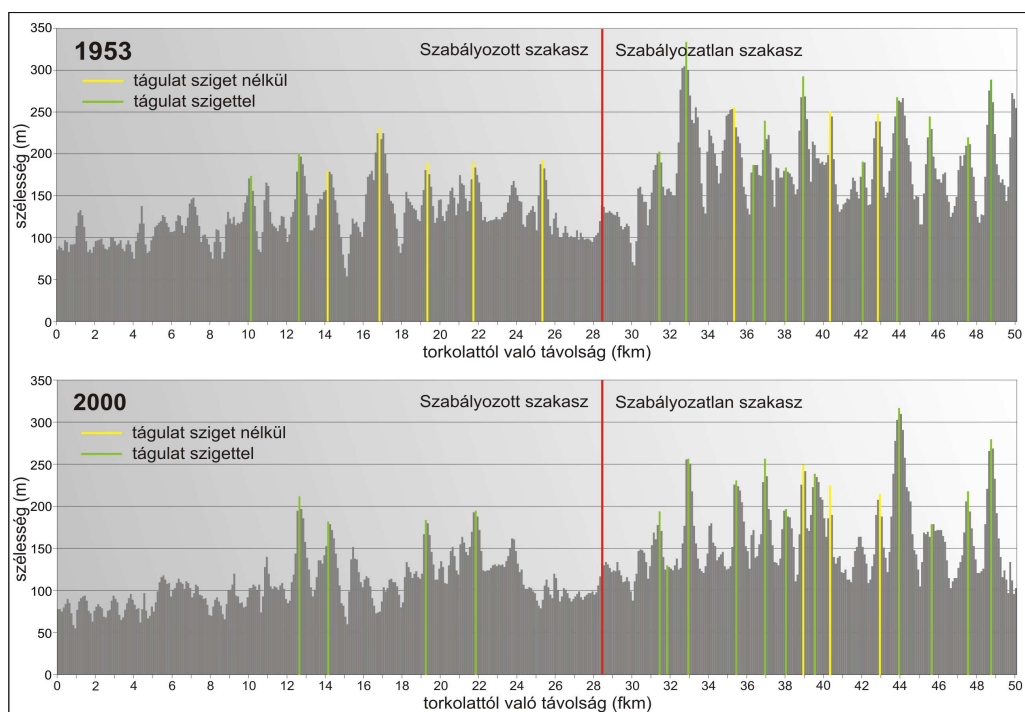
## 2.2. Szélességváltozás

A meder szélességének változása utalhat a bevágódásra, a feltöltődésre, vagy a vegetáció partstabilizáló hatására is. A kanyarulatátmetszések során a viszonylag keskeny vezérárkok hatására ideiglenesen jelentősen leszűkültek a szabályozott szakaszok (Ihrig 1973). Ezt követően néhány év alatt, ahogyan a folyó elfogadta medrét, jelentős szélesedés zajlott le (Márton 1914, Tőry 1952, Lászlóffy 1982). A vízfolyások szélességviszonyainak vizsgálata a kisvízi szabályozások idején került előtérbe, amikor a megfelelő hajózó utak kialakítása volt a cél. Ilyen esetekben tulajdonképpen a beavatkozások közvetlen eredményeit mérték fel (Csoma–Kovács 1981). Például Felső-Duna cikolaszigeti mellékágaiban mederszűkülést, szigetek összeolvadását és általános feltöltődést mértek (Lacza 1968).

A közelmúltban az Alsó-Tiszán, a Maroson és a Hernádon végzett méréseink alapján hosszabb folyószakaszokon általános mederszűkülést írtunk le (Fiala–Kiss 2006, Sipos 2006, Sipos et al 2007, Blanka 2010). A Tisza mindszei szakaszán például a szűkülés 1842 óta átlagosan 16 %-os volt (0,2 m/év), melynek hátterében elsősorban a partbiztosítások kiépítése áll. Ez ugyanis megakadályozta a külső ívek erózióját, miközben a belső íveken az övzátony-képződés folyamatos maradt. Ezt ellensúlyozhatná a fellépő mélyülés, de a bevágódás ellenére az átfolyási keresztmetszvény területe sok helyütt jelentősen csökkent (Fiala–Kiss 2006). A Sipos (2006) által vizsgált Maros szakaszon a 19. századi szabályozásokat követően a meder jelentősen kiszélesedett, majd az 1950-es évektől szűkülni kezdett. A szűkülés mértéke légifotók alapján a partbiztosításokkal nem rögzített szakaszokon a 18–20%-os értéket is elérte (0,3 m/év) (4. ábra). A folyamat hátterében elsősorban a kisvízes időszakokban az oldalzátonyokat stabilizáló növényzet áll. A vegetáció hasonló szerepét tárta fel Szabó (2006) is a Szigetközben, itt azonban mesterséges vízállás csökkenés áll a szűkülés mögött.

## 2.3. Bevágódás és mederfeltöltődés

A meder keresztmetszetének változása elsősorban a bevágódás, feltöltődés és az esésváltozás folyamataira utal. A szabályozások közvetlen következményeit (bevágódás és vezérárkok szélesedés) a kor mérnökei a mederszélvények ellenőrző méréseivel értékelték. Az átvágott szakaszok fejlődése ekkor volt a legintenzívebb, illetve a kanyarulatok formálódásának korábbi üteme is felgyorsult az új, megnövekedett esésviszonyok eredményeképp. Ezen hatások már a vízszinteket is befolyásolták, ahogy ezt Kvassay (1902) is megállapította: például a Tiszán a szabályozások hatására Szegednél 1830 és 1895 között 270 cm-t emelkedett az árvizek szintje, míg a kisvizek szintje 115 cm-t süllyedt, amit Kvassay egyértelműen a meder megváltozott paramétereivel magyarázott.



4. ábra. Szélességviszonyok változása a Maros magyarországi szakaszán 1953–2000 között. A medertágulatok száma 50 év alatt jelentősen csökkent a vizsgált szakaszon.

A Tisza teljes hosszán a középvízi keresztmetszvényeket hasonlította össze Fekete (1911), aki 1842 és 1909 között például az Alsó-Tiszán 1,4 m középmedélység növekedést állapított meg, tehát a bevágódás 2,2 cm/év volt. Ugyanakkor egyes szakaszokon a szelvényterület növekedést, míg másokon csökkenést tapasztalt, hasonlóan Félegyházi (1929) méréseihez. A Tisza torkolata feletti 100 km-es szakaszra Fekete (1911) kiszámította a feltöltődés mértékét is, ami 15 év alatt 5,1 millió  $\text{m}^3$ -nek adódott ( $3400 \text{ m}^3/\text{fkm}/\text{év}$ ).

A Dunán és a Tiszán átfogó elemzéseket ezt követően Károlyi (1960ab) végzett. A Tisza szabályozások utáni bevágódását a kisvizek süllyedése alapján számította ki, amely egyes szakaszokon akár 300 cm is lehetett (2,6 cm/év). Mindemellett vizsgálataiban arra is törekedett, hogy keresztmetszvények segítségével hordalék egyenleget számítsa a Duna, illetve a Tisza egyes szakaszaira.

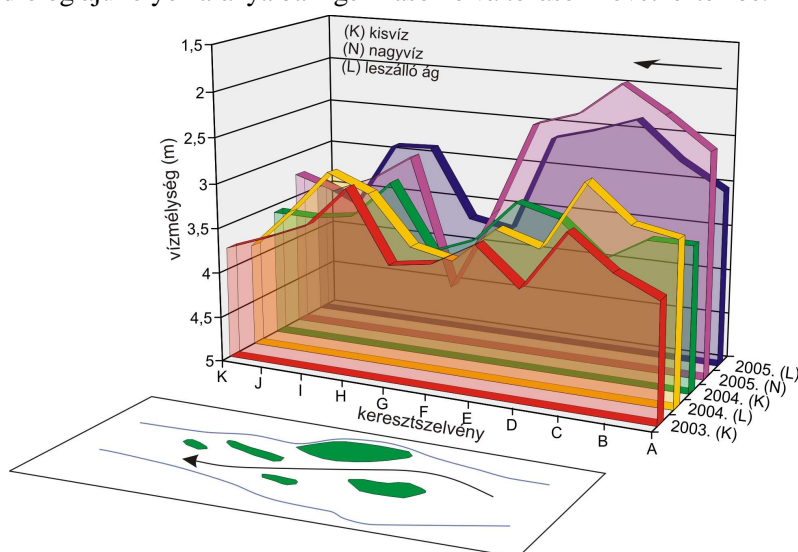
Lacza (1967) a Duna 1965-ös árvizének mederformáló hatását vizsgálata Rajka környékén mederfelmérések segítségével. Megállapította, hogy az árhullám során egyes gázlok szintje csaknem a hajózási kisvízszint magasságáig emelkedett. Ugyanitt Lacza (1968) a hosszabb távú mederváltozásokat is megvizsgálta, és kimutatta, hogy 1903 és 1967 között a ciklaszigeti ágrendszerben 58000  $\text{m}^3/\text{év}$  hordalék-felhalmozódás történt. Ezen kutatások is hozzájárultak a magyarországi felső Duna szakasz mederkezelési munkálatainak elkezdéséhez. A kezelés hatására a Duna Rajka és Gönyű közötti szakaszán 14 év alatt a főág keresztmetszvényeinek területe a hajózási kisvízszint alatt 10%-kal növekedett, ami 1650  $\text{m}^3/\text{év}/\text{fkm}$  mértékű mederanyag-eróziót jelentett (Csoma–Kovács 1981). A meder mélyülést a vízállás–vízhozam görbék is mutatták (Csoma 1987), amelyek szerint a Nagymaros–Budapest közötti Duna szakasz 30–40 cm-rel mélyült ki. Az Alsó-Dunán Lóczy (2001) vizsgálatai azt mutatták, hogy a szabályozások hatására a Duna Mohács alatti

szakasza helyenként 3 méterrel lett mélyebb, miközben egyes, a szabályozások előtt aktív mederágak feliszapolódtak, így a folyó jelentősen (40%-kal) lerövidült.

Kutatásaink során az Alsó-Tisza VO-szelvényeinek elemzése alapján azt az eredményt kaptuk, hogy a mederkeresztmetszet területe 4–21%-al csökkent, annak ellenére, hogy mélysége 5–45%-al nőtt (Kiss et al 2008). A meder mélyülésére utalnak a közép-tiszai szeizmikus mérések is (Nagy et al. 2006), amelyek azt mutatják, hogy a vizsgált szakasz mintegy felén nincs recens üledéklerakódás, ugyanakkor igen sok helyen nagy kiterjedésű üstök alakultak ki a szabályozásokat követően.

A Maros magyarországi szakaszán sűrűn felvett mederkereszt-szelvények alapján megállapítottuk, hogy a kiszélesedő, szigetekkel tagolt szakaszokon két különböző év tavaszi árhulláma 55000 m<sup>3</sup> illetve 89000 m<sup>3</sup> hordalék felhalmozódását okozta (Sipos 2006). A mérések arra is rámutattak, hogy a hordalék mozgása pulzusokban történik, és a zátonyok szerepe jelentős a meder morfológiájának szabályozásában (Kiss–Sipos 2007) (5. ábra).

Ugyanakkor a kereszt-szelvények napi változását is vizsgáltuk a 2000-es tiszai és marosi árvíz kapcsán (Sipos et al 2008). A folyó fajlagos munkavégző-képességtől és a vízszint-változások ütemétől függően 5–7%-os napi különbségek is felléptek a mederkitöltő szelvény területében az árhullám során. Ugyanakkor az is bebizonyosodott, hogy a két eltérő morfológiájú és hidrológiájú folyón arányaiban igen hasonló változások következtek be.



5. ábra. Kereszt-szelvények átlagmélységének hossz-szelvény menti változása kisvízes és nagyvízes időszakokban a Maros egyik medertágulatában. Feltűnő a gázlók szintjének jelentős megemelkedése az árhullámok során. A kisvizek a meder kiegyenlítésében játszanak fontos szerepet.

#### 2.4. Medermintázat-változás

A folyók egyik legösszetettebb formai eleme a medermintázat (pl. meanderező, fonatos, stb.), más szerzőknél rajzolat (Gábris et al 2001), vagy alaktípus (Timár 2003).

A medermintázat utal a vízgyűjtőn, az árterén és medrében zajló folyamatokra, valamint a vízgyűjtő éghajlati és földtani hátterére. A medermintázatok közötti átmenetet a vízhozamban, az esés-viszonyokban, a hordalékminőség és -mennyiségben, illetve a vegetációban stb. bekövetkező változások irányítják.

Szabályozott folyóinkon a legstabilabb, meanderező medermintázatot rögzítették a szabályozások. Kivételt képeznek a rövid, egyenes szakaszok (pl. torkolatoknál, vagy hosszú átvágásoknál), ahol azonban már lassan kanyarulatok kezdenek kialakulni (Fiala– Kiss 2006).

Az egyik legdrasztikusabban szabályozott folyónk a Maros, amelyet meanderező/anasztomizáló mintázat jellemzett a szabályozások előtt, s amelyet csaknem teljesen kiegyenesítettek. Ugyanakkor ehhez magas esés és nagy fenékhordalék-hozam is társult, ezért a beavatkozások hatására fonatos mintázatot vett fel. Később azonban ez a mintázat is átalakult, ugyanis a kitágult szakaszokon a meder szűkülését, a mederközepi szigetek számának csökkenését, tehát a fonatos jelleg visszaszorulását tapasztaltuk az utóbbi 50 évben (Sipos–Kiss 2003, Sipos 2006; Kiss–Sipos 2007).

## Irodalom

- Babák K. 2006: A Hármas-Körös hullámterének feltöltődése a folyószabályozások óta. *Földrajzi Értesítő* 55/3–4, 393–399.
- Balogh J.–Nagy I.–Schweitzer F. 2005: A Közép-Tisza mente geomorfológiai adottságainak és a hullámterek feliszapolódásának vizsgálata mintaterületeken. *Földrajzi Értesítő* 54/1–2, 29–59.
- Blanka V.–Kiss T. 2006: Kanyarulatfejlődés vizsgálata a Maros alsó szakaszán. *Hidrológiai Közlöny* 86/4, 19–23.
- Blanka V.–Kiss T. 2008: A kanyarulatfejlődés jellegének és mértékének vizsgálata a Hernád Alsódobsza feletti szakaszán, 1937 és 2002 között. *Geographia generalis et specialis: Tanulmányok Kádár László születésének 100. évfordulójára*, Debrecen, 147–154.
- Blanka V.–Sipos Gy.–Kiss T. 2006: Kanyarulatképződés tér- és időbeli változása a Maros magyarországi szakaszán. III. Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI, Budapest, 7.
- Blanka V. 2010: Kanyarulatfejlődés dinamikájának vizsgálata természeti és antropogén hatások tükrében. Doktori (PhD) értekezés, Szeged, TFGT, 141.
- Borsy Z.–Csongor É.–Félegyházi E. 1989: A Bodrogtörzs kialakulása és vízhálózatának változásai. *Alföldi Tanulmányok* 13, 65–81.
- Borsy Z. 1972: Üledék- és morfológiai vizsgálat a Szatmári-síkságon az 1970. évi árvíz után. *Földrajzi Közlemények* 20, 38–42.
- Braun M.–Szalóki I.–Posta J.–Dezső Z. 2003: Üledék felhalmozódás sebességének becslése a Tisza hullámterében. *MHT 21. Vándorgyűlésén elhangzott előadások* 2/2.
- Braun M.–Tóth A.–Alapi K.–Dévai Gy.–Lakatos Gy.–Posta J.–Szalóki I. 2000: Environmental history of oxbow ponds: a sediment geochemical study of Marót-zugi-Holt-Tisza, NE-Hungary. In: Gallé L.–Körmöczy L. (szerk): *Ecology of river valleys*. TISCIA, Szeged, 133–138.
- Csoma J.–Kovács D. 1981: A Duna Rajka–Gönyű közötti szakaszán végzett szabályozási munkák hatásának értékelése. *Vízügyi Közlemények* 63/2, 267–294.
- Csoma J. 1987: A nagymarosi vízlépcső alatti Duna-meder vizsgálata. *Vízügyi Közlemények* 69/2, 286–296.
- Fekete Zs. 1911: A Tisza folyó medrének közép-keresztmetszésvényei. *Vízügyi Közl.* 4-6. füzet 141–148.
- Félegyházi E.–Szabó J.–Szántó Zs.–Tóth Cs. 2004: Adalékok az Északkelet-Alföld pleisztocén végi, holocén felszínfejlődéséhez újabb vizsgálatok alapján. A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged
- Félegyházi E. 2004: The effects the river regulatory works on the Bereg plain. In: Lóki J.–Szabó J. (eds): *Antropogenic Aspects of Landscape Transformations* 3, Debrecen, 55–60.
- Félegyházi P. 1929: A Tisza folyó jellegzetes szakaszainak és az egész Tiszának átlagos szelvény-adataiban a szabályozás kezdete óta 1922. évig beállott változások és azok összehasonlítása. *Vízügyi Közlemények* 9, 93–102.
- Fiala K.–Kiss T. 2006: A középvízi meder változásai az 1890-es évektől az Alsó-Tiszán II. *Hidrológiai Közlöny* 86/5, 13–17.



- Fiala K.– Kiss T. 2005: A középvízi meder változásai az 1890-es évektől az Alsó-Tiszán I. Hidrológiai Közlöny 85/3: 60–68.
- Gábris Gy.–Félegyházi E.–Nagy B.–Ruszkiczay Zs. 2001: A Középső-Tisza vidékének negyedidőszak végi folyóvízi felszínfejlődése. A Magyar Földrajzi Konf. CD kiadványa, Szeged
- Gábris Gy.–Telbisz T.–Nagy B.–Bellardinelli E: 2002. A tiszai hullámtér feltöltődésének kérdése és az üledékképződés geomorfológiai alapjai. Vízügyi Közlemények 84/3, 305–322.
- Ihrig D. (szerk.) 1973: A magyar vízszabályozás története. VÍZDOK, Budapest.
- Károlyi Z. 1960a: A Tisza mederváltozásai, különös tekintettel az árvízvédelemre. VITUKI, Budapest, 101.
- Károlyi Z. 1960b: Zátonyvándorlás és gázlóalakulás - különös tekintettel a magyar Felső-Dunára. Hidrológiai Közlöny 40/5: 349–358.
- Kiss T.–Fejes A. 2000: Flood caused sedimentation on the foreshore of the River Tisza. Acta Geographica 37, 51–55.
- Kiss T.–Fiala K.–Sipos Gy. 2008: Altered meander parameters due to river regulation works, Lower Tisza, Hungary. Geomorphology 98/1–2, 96–110
- Kiss T.–Sándor A.–Gresó Zs. 2005: Investigations on the rate of floodplain sediment accumulation in the Mártély embayment of the Lower Tisza. Acta Geographica 38, 15–27.
- Kiss T.– Sipos Gy. 2007: Braid-scale geometry changes in a sand-bedded river: Significance of low stages. Geomorphology 84, 209–221.
- Kiss T.–Sipos Gy.–Fiala K. 2002: Recens üledékfelhalmozódás sebességének vizsgálata az Alsó-Tiszán. Vízügyi Közl. 84/3, 456–472.
- Kiss T.–Sipos Gy.–Oroszi V.–Barta K. 2004: Üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata a Maros és az Alsó-Tisza hullámterén. In: A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged
- Kovács S.–Váriné Szöllősi I. 2003: Hullámtér árvízvezető képességének javítása. MHT 21. Vándorgyűlésén elhangzott előadások 2/2, 1–10.
- Kozma K. 2008: Recens folyóvízi fejlődés néhány kérdése a Hernád Alsódobsza – Gesztely közötti szakaszán. Geographia generalis et specialis: Tanulmányok Kádár László születésének 100. évfordulójára, Debrecen, 155–161.
- Kvassay J. 1902: A szabályozások hatása a folyók vízjárására Magyarországon. Vízügyi Közlemények 15. füzet 8–27.
- Lacza I. 1967: Az 1965. évi árvíz tetőző vízszintjei a felsődunai hullámtérben. Az árvíz hatása a mederalakulásra. Vízügyi Közlemények, 49/1, 119–127.
- Lacza I. 1968: A ciklaszigeti mellékágrendszer mederváltozásának vizsgálata. Vízügyi Közlemények 50/2, 245–255.
- Lászlóffy W. 1982: A Tisza. Vízi munkálatok és vízgazdálkodás a tiszai vízrendszerben. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Lóczy D. 2001: Geomorfológiai, tájökölógiai és természetvédelmi megfigyelések a Duna-ártér mohács alatti (bédai) szakaszán. A Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged ISBN:963482544-3.
- Lóczy D. 2007: The changing geomorphology of Danubian floodplains in Hungary. Hrvatski Geografski Glasnik 69/2, 5–20.
- Lóczy D.–Kiss T. 2009: Ártérfejlődés és holtágfeltöltődés sebességének vizsgálata. In: Kiss T.–Mezősi G. (szerk): Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon. Földrajzi Tanulmányok 2, Szeged, 43–55.
- Lovász Gy. 2005: A hullámtéri akkumuláció gyakorisága a Tisza középső szakaszán. Földrajzi Közlemények 129/3–4, 125–132.
- Márton Gy. 1914: A Maros alföldi szakasza és fattyúmedrei. Földrajzi Közlemények 52: 282–301.
- Nagy Á. –Tóth T.–Sztanó O. 2006: Új, kombinált módszerek a Közép-Tisza jelenkori mederképződményeinek jellemzésére. Földtani Közlöny 136/1, 121–138.

- Nagy I.–Schweitzer F.–Alföldi L. 2001: A hullámtéri hordalék-lerakódás. *Vízügyi Közlemények* 83/4, 539–564.
- Oroszi V. Gy.–Kiss T. 2004: Folyószabályozás hatására felgyorsult hullámtér feltöltődés vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged
- Oroszi V.Gy.–Kiss T.–Bottlik A. 2006. A 2005. évi tavaszi áradás üledékfelhalmozó hatása a Maros hullámtérén. III. Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI Budapest
- Péchy J. (szerk) 1898–1906: A Tisza hajdan és most. 1-3 kötet, Pallas Részvénytársaság, Budapest
- Rakonczi J.–Sárköziné Lőrinczi M. 1984: Az 1980. évi árvíz talajtani hatásai a Kettős-Körös mentén. *Alföldi Tanulmányok* 8, 31–41.
- Sándor A.–Kiss T. 2006a. A hullámtéri üledék felhalmozódás mértékének vizsgálata a Középhegység és az Alsó-Tiszán. *Hidrológiai Közöny* 86/2. 58–62.
- Sándor A.–Kiss T. 2006b: A hullámtéri akkumuláció meghatározása mágneses szuszceptibilitás és röntgensugaras mérések segítségével, középhegységi mintaterületeken. III. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI Budapest
- Sándor A.–Kiss T. 2007: A 2006. tavaszi árvíz okozta feltöltődés mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Középhegység-Tiszán, Szolnokon. *Hidrológiai Közöny* 87/4, 19–24.
- Kiss T.–Sándor A. 2009: Land-use changes and their effect on floodplain aggradation along the Middle-Tisza River, Hungary. *AGD Landscape and Environment* 3/1, 1–10.
- Schweitzer F. 2001: A magyarországi folyószabályozások geomorfológiai vonatkozásai. *Földrajzi Értesítő* 50/1–4. 63–72.
- Schweitzer F. 2006: 2006. évi árvízzel veszélyeztetett kistájak a Hármas-Körös mentén. In: Szabó J. (szerk): *Földrajzi tanulmányok dr. Lóki József tiszteletére*. Debrecen, 181–191.
- Sipos Gy.–Kiss T.–Fiala K. 2007: Morphological alterations due to channelization along the Lower Tisza and Maros Rivers. *Geographica Fisica e Dinamica Quaternaria*, 30, 239–247.
- Sipos Gy.–Fiala K.–Kiss T. 2008: Changes of cross-sectional morphology and channel capacity during an extreme flood event, lower Tisza and Maros rivers, Hungary. *Journal of Environmental Geography*, 1/1-2, 41–51.
- Sipos Gy.–Kiss T. 2003: Szigetképződés és -fejlődés a Maros határszakaszán. *Vízügyi Közlemények* 85/3, 477–498.
- Sipos Gy. 2006: A meder dinamikájának vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. Doktori Értekezés, Szegedi Tudományegyetem.
- Somogyi S. 1974: Meder- és ártérfejlődés a Duna sárközi szakaszán az 1782–1950 közötti térképfelvételek tükrében. *Földrajzi Értesítő* 27–36.
- Szabó M.–Hajdúné Darabos G.–Veres É. 2004: Új tájelemek a Duna szigetközi szakaszán: a Duna meder övzónái. A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged
- Szabó M. 2001: A vegetáció feltérképezése és a szukcesszió lehetséges útjai a Szigetközben a lipóti övzóna példáján. A III. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI, Bp.
- Szabó M. 2006: A vegetáció feltérképezése és a szukcesszió lehetséges útjai a Szigetközben a lipóti övzóna példáján. III. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa.
- Szlávik L.–Szekeres J. 2003: Az árvízi vízhozammérések kiértékelésének eredményei és tapasztalatai (1998–2001). *Vízügyi Közlemények* 85, Különszám IV: 45–59.
- Takáts T. 1930. A Duna lebegő hordaléka Budapesten. *Hidrológiai Közöny* 10/1. 53–66.
- Timár G. 2003: Controls on channel sinuosity changes: a case study of the Tisza River, the Great Hungarian Plain. *Quaternary Science Reviews* 22, 2199–2207.
- Tóry K. 1952: A Duna és szabályozása. Akadémiai kiadó, Budapest.

## DUNA–TISZA CSATORNA VAGY HÁTSÁGI CSATORNA?

Kákonyi Árpád\*

Mostanában meg-megújuló erővel tör ismét felszínre a szakmai és civil sajtóban egy nagyon régi és már sok nyomvonalon elképzelt Duna–Tisza csatorna megvalósításának gondolata. *„Szorgalmazni kell a Duna–Tisza csatorna megépülését, mely elősegítené a talajvízszint emelkedését, vagy legalább megakadályozná a további süllyedést”, illetve „A Duna–Tisza csatorna ennél a tervezési alegységnél nagyobb volumenű, viszont az országos vízgyűjtő-gazdálkodási tervben mindenképpen foglalkozni kell vele, mint távolabbi (2016 utáni) lehetőség”* – hangzottak el a Vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés területi vitafórumán a Nagykörösi homokhát (2-12. számú) területi alegységre vonatkozóan (lásd Vizeink.hu).

Egy ilyen nagy kapacitású és kiterjedésű kanális létesítése, üzemeltetése azonban – mint azt egyéb belvízrendezési célú, vagy öntöző csatornákkal kapcsolatban is tapasztalhattuk – nemcsak a betervezett előnyös hatásokat „teljesítik”, hanem számos egyéb nem várt, vagy időben fel nem ismert hátrányos környezeti-táji következményekkel is járhat.

Mindenekelőtt azt kellene tisztázni, hogy a jelen problémáira, igényeire és kihívásaira milyen fő/meghatározó rendeltetésű csatorna jelenti a megoldást. Ennek a legtettenérhetőbb, legkifejezettebb, leginkább szükséges célkitűzésnek a peremfeltételei alapján kell a „csatornát” megtervezni, és csak azokat a kiegészítő funkciókat szabad vagy érdemes hozzákapcsolni, amelyek nem rontják le vállalhatatlanul a kitűzött cél teljesítését. Ezt az elvet azért érdemes betartani, mert sok változat készült a koronként váltakozó alapvető cél szerint, és mindig született újabb – gyökeresen más. Közelebb jutunk a nagy horderejű döntéshez, ha elfogadjuk Lamp–Hollóssy (1947) könyvében tett megállapítást: *„a többcélú csatorna nem elégíti ki a hajózás érdekeit”,* azzal a kiegészítéssel, hogy az óta a hajóúttal szemben támasztott műszaki követelmények fokozódtak, tehát még kevésbé lehetne a szinergikus többcélúságot költség-hatékonyan elvárni.

Jelenleg alapos, minden tényező beható mérlegelésére kiterjedő döntéselőkészítésre nem vállalkozhatunk, de egy felületes elemzéshez vegyük sorra valójában kik által, mire is lenne használható egy optimálisan megválasztott nyomvonalon haladó, magas, vagy mélyvezetésű Duna–Tisza csatorna (továbbiakban DTCs) jellegű vízáteresztő rendszer. A mű lehetséges főbb hasznosítási lehetőségei, illetve módjai:

1. *Agroökológiai célú vízellátás, táj- és természetvédelem,*
2. *Hajózócsatorna, kereskedelem, vízi közlekedés,*
3. *Gazdasági célú vízpótlás: mezőgazdaság, öntözés, ipari vízellátás,*
4. *Energiatermelés, gazdaságélénkítés,*
5. *Árapasztás, tiszai oldal vízellátása,*
6. *Turisztikai fejlesztés, horgászat.*

Talán még ebben az igazán csapadékos (2010-es) évben sem vitás, hogy a Duna–Tisza közti hátságon mintegy 40 éve a kiszáradás a legnagyobb környezeti és tájváltozást okozó és orvoslásra szoruló probléma. A korábbi természeti-környezeti állapot, táji és agroökológiai potenciál megőrzése, illetve visszaállítása érdekében a rendszere-

---

\* Dr. Kákonyi Árpád igazgatóhelyettes, Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kecskemét

sen hiányzó mennyiségű (sokévi átlagban kb. 80 mm/év) csapadék pótlására egyértelműen vízátfúrtatásra lenne szükség. A hátságra vezetett vizet részben természetes tározókban, részben a már meglévő csatornában tározva lehetne egyfelől a hiányzó felszín alatti vízkészlet pótlására, valamint a védett természeti területek és értékek ökológiai és táji rehabilitálására fordítani.

A hátsági vízigény pótlására a leginkább vízhiányos időszakban egyetlen biztos vízbázisnak a Duna számít. A dunai vízpótlás mellett szóló további nyomós érv, hogy a közepes dunai vízállások kb. 10–15 m-rel magasabbak, mint a tiszaiak. A hátság tetejére történő akármilyen módú víz-feljuttatás tehát lényegesen kisebb energiával lenne megvalósítható, mint egy esetleges tiszai vízpótlás esetén.

### **1. Agroökológiai célú vízellátás, táj és természetvédelem**

Egy bármilyen nyomvonalú mélyvezetésű csatornának a hátsági metszékben (még a nyeregben is) igen nagy bevágásban kellene haladnia, ezért emiatt rendkívül kedvezőtlen környezeti hatású lenne. Hatalmas terület-igénybevétellel, túrhetetlen tájrombolással és kiszámíthatatlan természetvédelmi kockázattal járna, ugyanakkor a legfontosabb célt, az agrár-ökológiai célú vízpótlást kevéssé tudná szolgálni. A csatorna vízszintje sokkal (kb. 40 m-rel) mélyebben lenne a hátság közepén környezete kívánatos talajvízszintjénél ezért a bekövetkező leszívás miatt széles sávban épp a legkritikusabb régió vízháztartási helyzetét rontaná tovább.

Ezzel szemben egy magas vezetésű csatorna vízszintjével (a beszivárogtatással) emelni lehetne (sajnos csak keskeny sávban) a hátság mély és süllyedő talajvíz szintjét. Kevesebb kisajátítással és földmunkával járnak az ilyen jellegű csatornák, a műtárgyak alacsonyabbak és rövidebbek lehetnek, lényegesen olcsóbb megoldást jelentenek, rövidebb idő alatt építhetők és hamarabb térülnek meg. Ehhez az alapelvhez már csak egy vízpótlásra optimalizált nyomvonalat kell találni, ami kapcsolható a létező csatorna hálózathoz. Erre egy nagyjából észak–dél irányú, a vízválasztó közelében vezetett csatorna nyomvonal látszik legalkalmasabbnak (1. ábra). Innen indulnak ugyanis a Duna, illetve a Tisza felé azok a meglévő belvízelvezető csatornák, amelyek nagyon rövid új összekötő szakasz építésével kapcsolódhatnának egy ilyen hátsági vízpótló főcsatornához.

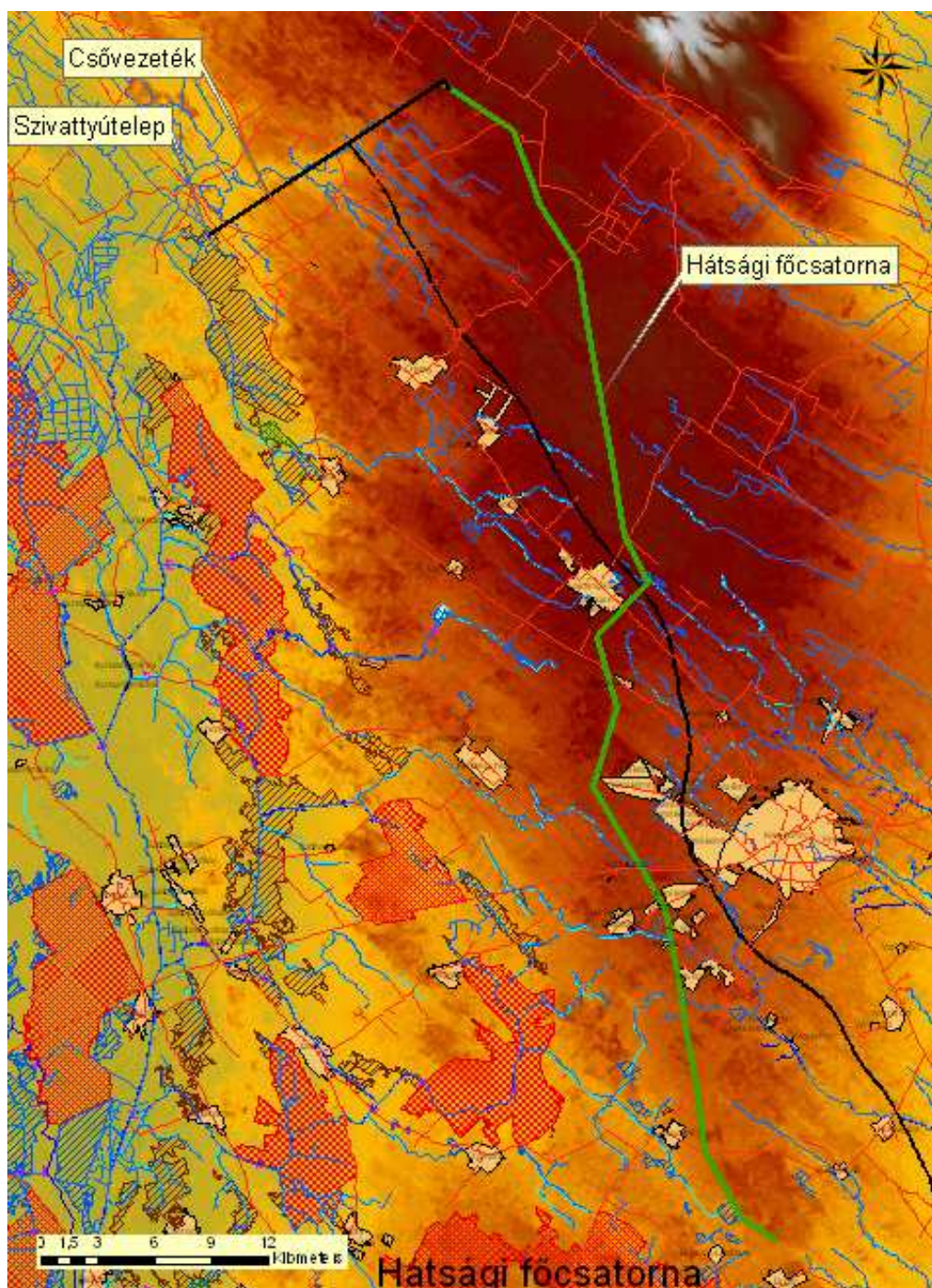
A meglévő, illetőleg létesítendő vízviasszatartó műtárgyakkal a jelenlegi csatornahálózatban ún. bögéket (elzárás mögött keletkezett vízteret) lehetne kialakítani, amelyekben, illetve az ahhoz kapcsolódó természetes tározókban, igény szerint szabályozott vízszint lenne tartható. Ezekhez csatlakoznának érhálózatszerűen a további meglévő elosztó csatornák. A hálózat bögéiben, illetve a természetes mélyedésekben levő, illetve oda vezetett vízmennyiség a jellemzően homok-homokos talajba hatékonyan szivároghatva finoman vezérelhető módon a kívánatos szintre emelhetné a talajvíz szintjét. A hátsági főcsatornától (továbbiakban: HC) tehát kizárólag gravitációs úton a Duna–Tisza közén bárhova el lehetne juttatni a mindenkori igény szerint a kívánt mennyiségű vizet.

A HC-ba a Duna–Tisza csatorna jelenlegi végpontjából csővezeték, szivattyúzással lehetne az aktuális vízháztartási helyzethez igazodó mennyiségű vizet feljuttatni. A hazai villamosenergia termelési kapacitás a csúcsfogyasztás kielégítését szolgálja. A csúcsidőszak reggel és este 2-2 óra. A nap másik 20 órájában energiafelesleg jelentkezik, amit az atom- és hőerőművek tehetetlenségi kapacitásszabályozásával nem nagyon tudnak kezelni. A vízpótló rendszer állami üzemeltetése esetén belső elszámó-

This map illustrates the Tisza river basin, highlighting administrative boundaries and settlements. The Tisza river is shown in blue, flowing from the north towards the south. Major settlements are marked with green dots and labeled, including Budapest, Szeged, and Debrecen. The map also shows various administrative regions and their boundaries, color-coded in shades of green and yellow. The Tisza river is a central feature, with numerous tributaries and branches. The map is titled 'Tisza-terület' and includes a scale bar indicating distances in kilometers.

A szaggatott zöld vonal a HCs elvi nyomvonalát mutatja.





2. ábra. A Hátsgái-főcsatorna Kecsemét környéki szakaszának domborzati szempontból optimalizált nyomvonala

Jelmagyarázat: zöld: a Hátsgái-főcsatorna optimális nyomvonala, kék: csatorna, piros rácsozott: a Kiskunsági Nemzeti Park egyes mozaikjai, kék vonalazott: ex lege szikes tó, barna vonalazott: ex lege lág, piros: országút.

Vannak aggodalmak a beszivárgó, beszivárogtatott víz minőségét illetően is, amit ez úton szeretnénk eloszlatni. Mindenekelőtt tisztázni érdemes, hogy természetvédelmi érdekből és célból védett természeti területre csak megfelelő minőségű vizet szabad a homokhátságra vezetni. Ennek érdekében a HC's nyomvonala az érzékeny és sérülékeny természetvédelmi területeket közvetlenül nem érintene. Csatornákon keresztül megvalósuló közvetlen pótlásra egyébként is csak kisebb mértékben kerülne sor. Ilyenkor az utánpótlási útvonalul szolgáló felszíni csatornák hossza elegendő biztosíték haváriák megelőzésére, illetve a víz kezdeti szerves anyag tartalmának hatékony eliminálódására.

A vízkivételi pont (DTC's meglevő végpontja) vízminőségét elsősorban Budapest szennyvizeinek tisztítási hatásfoka határozza meg. Bízunk abban, hogy a délpesti szennyvíztisztító üzembe helyezése a homokhátság vízpótlása vízbázisának minőségi problémáját megoldja.

A folyami teraszok parti szűrésének (ld. Budapest ivóvízellátása a Szentendre és Békásmegyer térségében levő kutakból) néhány méteres kavicsrétege jelentős mennyiségű tisztított szennyvizet befogadó folyóvízből ivóvíz minőségű vizet „állít” elő. Ennek analógiájára alapos okkal várható, hogy az említett felszíni víztest-hálózat által beszivárogtatott Duna minőségű víz sem szennyezi el (jobban) a hátság felszín-közei talajvizeit, és a megemelkedő talajvízszint hatására rehabilitálódó vizes élőhelyek vízkészletét.

A bemutatott rendszer előnyei a szükséges főművek minimális számában, egyszerűségében, igénytelenségében, természetszerűségében, megőrizhetőségében, egyszerű kezelhetőségében lenne. A HC's nyomvonala megválasztható úgy, hogy adott kapacitáshoz tartozó minimális földmunkára optimalizált vonalvezetése értékes és sérülékeny védett természeti területet közvetlenül ne érintsen (2. ábra). Mint az a domborzati színezésű helyszínrajzon látható, a szükséges kereszttszelvény kialakításához megfelelő vonalvezetéssel minimális bevágással (illetve földmunkával, költséggel) egyenletes folyamatos esés biztosítható. A Duna–Tisza közti hátság déli felének káros környezeti változásokat elimináló, vagy mérséklő vízpótlásához természetesen másik dunai vízkivételre és D–É irányú hátsági csatornára lenne szükség.

## **2. Hajózáscsatorna, kereskedelem, vízi közlekedés**

A hajózási célkitűzés a Duna–Tisza közén keresztül nyomós érvként – véleményünk szerint – nem állítható csatasorba. Az utóbbi évtizedekben sajnos a folyami szállítás „látványosan” hanyatlott. Még a dunai hajózás is a hajózható 260 napon csak kb. 10–15%-os kihasználtságú. Ott és akkor sem hajóznak, ahol és amikor semmi akadály, korlátozás nem fékezne, vagy blokkolná a hajózást a meglevő hajóutakon. A személy és áruforgalom, főleg a tömegáru forgalom nálunk sajnos régóta nem a vízen bonyolódik. A költséges létesítésű, korszerű bajai RO-RO kikötő rendkívül alacsony kihasználtsági (pontosabban kihasználatlansági) mutatói igazolják, hogy Budapest alatt a Dunán is nagyon visszaesett a vízi szállítás a 4 évtizeddel ezelőttihez képest, pedig évente csak pár hét alacsony vízállás jelentene igazi igénybevételi korlátot. Még kisvízes időszakban is lehetne hajózni csökkentett merüléssel, de sajnos nem ez történik. Ha pedig a tiszai hajózásra terelnénk a szót, akkor meg valójában nincs is miről beszélni. A vízi teher- illetve személyszállítás most látható tendenciája sem kecsegtető, ezért jelen pillanatban nagyon meggondolandó tetemes közpénzből egy „szárazföldi” hajóút, DTC's építése. Ha olyan nagyon rentábilis a hajózás, mint egyesek állítják, akkor majd rámozdul a magántőke, és koncesszióban kockázati tőkéből megépülhet.



Közgazdasági vagy adminisztratív intézkedés hiányában egyelőre nem látszik áttérni a szállítás a vízi utakra. Az elterjedt közhellyel ellentétben a vízi szállítás persze csak akkor olcsó, ha a meder-létesítés, hajóút karbantartások, szabályozások, stb. költségét és az előbbiekből fakadó természetkárosításokat negligáljuk.

Nagyon jelentéktelen a hajóforgalom egy már megvalósult Duna–Tisza csatorna esetében is. „A Ferenc-csatorna 110 éves múltja és jövője” címmel tervezett konferencia kapcsán említi Bordás (2008): *„Azt viszont nagyon is meg kellett volna vitatni, miképpen képzei el a szakma megmenteni a Ferenc-csatornát és más csatornákat is a pusztulástól, az eliszaposodástól, miként lehetne ismét alkalmassá tenni legalább turisztahajózásra, fürdésre, horgászásra... Megmenteni, visszavarázsolni növény- és madárvilágát, környékét ligetesíteni. Egyszóval ismét élővé tenni vizét és környékét. Mert a mai gyerekek csak mint búzfészekre, hogy ne mondjam, szennycsatornára fognak emlékezni, s hogy tudatukban semmi szép sem párosul majd a kanális hallatán.”*

Az is régi dilemma, hogy mély-, vagy magas vezetőség legyen a hajózó csatorna. „A mélyen fekvő hajózási vízszint következtében a csatlakozó talaj vízszínét annyira és oly kiterjedésben süllyeszthetné, hogy ennek következtében a csatlakozó vidéknek szám szerint alig kifejezhető anyagi károsodása állhatna be”. Ezért a csatornának „mély-bevágásban” való vezetése helyett az úgynevezett „magas vezetés”-t fogadták el már az 1911. áprilisi törvényjavaslatban is (Ihrig 1973). Reméljük ez az alapelv változatlanul érvényes és elfogadható még ma is. A különbség a mély- illetve a magas vezetőségű csatorna esetében csupán annyi, hogy előbbi környezetében nagy térségre kiterjedően még jobban leszívna a talajvizet, vagyis tovább rontaná a homokhátság vízháztartását, utóbbi hajócsatorna viszont amilyen mértékű szivárgási „veszteséggel” üzemelne, olyan mértékben pótolná környezete hiányzó talajvízkészletét. A számottevő környezet-igénybevételi különbség mellett, a mélybevágású csatornán sokkal magasabb és hosszabb műtárgyakat kellene létesíteni, ugyanakkor a be- és kirakás (vízi szállítás esetén) sokkal körülményesebb és költségesebb lenne.

Egy hajózásra is alkalmas csatorna méretei óriásiak: a természetes rézsűhajlás miatt a hátság magasabb részeinél gigantikus, 200–230 m széles csatornát kell elképzelnünk, amely mélységének a kívánatos hajóméretek biztonságos áthaladása miatt legalább 27 dm-nek kell lenni. Egy ilyen kapacitású csatorna kihasználtsága, költség-megtérülése fentiek miatt ma nem reális. A folyami hajózásra is alkalmas kapacitású Ny–K irányú csatorna vállalhatatlan mértékű környezeti változással, természet- és tájrombolással, természeti területvesztéssel járna még akkor is, ha nyomvonalával a legfontosabb országos jelentőségű védett természeti, illetve NATURA 2000 területeket el tudnánk kerülni. Az is aggasztó környezeti változás, ahogy a Duna medre egyre mélyül, vagyis a hozzá igazított mélységű DTCs nemcsak a nyilvánvaló, a sebesség lecsökkenésével természetesen együtt járó feliszapolódás, hanem a folyami medersüllyedés miatt is folyamatos kotrásra szorulna.

### 3. Gazdasági célú vízpótlás: mezőgazdaság, öntözés, ipari vízellátás

Előljáróban egy elgondolkodtató adat: az öntözött mezőgazdasági terület az 1990 előtti, mintegy 470 ezer hektárról a privatizációt követően 100 ezer hektár alá csökkent. Az öntözés tehát jelenleg csak ott kifizetődő, ahol az öntözővíz kis energiával és kevés vízi létesítménnyel célba juttatható. Ez pillanatnyilag csak a vízbeszerzési helyek közvetlen közelében, a folyó menti síkvidéki jellegű területeken teljesíthető. A hátságon egy kb. 50 m

mély bevágás alján (mélyvezetésű csatorna esetén) folydogáló víztestből (a mélyvezetésű DTCs-ból) tetemes energia befektetése, körülményes vízkivételek lennének szükségesek. Egy közel terepszinten vezetett vízpótló csatorna esetében nyilván az előbbi problémák nem állnak fenn. A legnagyobb területi vízelérhetőség biztosítására csak egy meglevő hálózattal együttműködő É–D irányú magas vezetésű csatorna jöhetne számításba.

Azt kell eldönteni, hogy rentábilis-e ma, vagy a közeljövőben egy olyan mezőgazdaság a Duna–Tisza közén, amely elviseli a vízpótlás, az öntözés igen magas beruházási és üzemköltségeit? Vállalható-e legalább a főművi létesítmények megvalósítása közpénzből? Olyan elképzelés, terv szükséges tehát, aminek eredménye a valós hátsági vízigények kielégítése mellett a regenerálódó szintű és minőségű felszín alatti vízkészlet hosszú távú biztosítása, vagyis a legsúlyosabb környezeti változás okainak megszüntetése a térségben (azaz az ökológiai és termelési potenciál helyreállítása). A természetvédelmi-ökológiai- és az öntözési célú vízigény jelentkezése időben éppen kiegészíti egymást, vagyis egyazon rendszer különböző időszakokban szolgálhatja mindkét célt. Ezáltal egy ilyen költséges rendszer kihasználtsága, megtérülése sokkal kedvezőbb lenne.

#### **4. Energiatermelés, gazdaságélénkítés**

Feltételezésünk szerint a magas vezetésű, átemelő szivattyútelepekkel tervezett DTCs-n szóba sem kerülhetne az energiatermelés, mint cél, mert összességében több energiát kellene befektetni, mint amennyit nyerhetnénk. Az energiatermelés, ha egyáltalán releváns, nyilván csak a mélyvezetésű, környezeti szempontból elfogadhatatlan változat esetén vethető fel. A Duna és a Tisza közepes vízállásai között átlagosan kb. 10–12 m szintkülönbség van. Ha az egyszerűség kedvéért egy nagyon rövid Ny–K irányú DTCs-vel kalkulálunk, akkor annak hossza kb. 100–120 km. A vízszínesés tehát 10 m/100 km, azaz kb. 0,1‰, ami egy szinte sík területen levő lassan folyó csatorna esése.

A kinyerhető energiát a vízhozam és az átlagos vízszín-esés szorzata adja. Mivel a mélyvezetésű csatorna esetén mindkét érték elég kicsi, duzzasztás nélküli átfolyás esetén az energiatermelésre fordított beruházás nem tűnik ésszerű ötletnek, a duzzasztással és csúcsra-járatással kombinált megoldás viszont a tervezett csatornában kialakuló és a befogadóban levő ökoszisztéma állapotának elviselhetetlen károsodásával járna.

#### **5. Árapasztás, tiszai oldal vízellátása**

A Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése kapcsán szóba került egy esetleges Duna–Tisza csatorna igénybe vétele a nagy folyók árapasztására. Egy jó esetben 50–100 m<sup>3</sup>/s kapacitású (mélyvezetésű) csatorna a Duna kb. 6000 m<sup>3</sup>/s-os árvízi hozamát hatáson nem apasztja. Mélyvezetés esetén persze a szintkülönbség miatt egyébként is csak a dunai árvizek lennének átvezethetők a Tiszába, és fordítva nem. Magas vezetés esetén nyilván még sokkal kisebb vízhozammal kellene számolni. Ugyanakkor a keresztmetszet érdemi árvízcsökkentést lehetővé tevő méretűre növelése gazdaságtalan lenne és óriási környezeti károkkal, tájrombolással járna.

#### **6. Turisztikai fejlesztés, horgászat**

Jó esélyt látunk viszont a lehetséges vízilétesítmény-rendszer megtervezésekor a vízi turizmus igényeinek és szükségleteinek figyelembe vételére. A HCs és egyéb már meglevő nagyobb kapacitású csatornák összekötött hálózata alkalmas lenne kajakok, kenek, kisebb vitorlások közlekedésére, megteremtve ezzel a vízi turizmus alapja-

it a két folyó és a kapcsolódó, vagy felfűzött víztestek között. Egy ilyen igénybevétel összeegyeztethető az általános táj- és természetvédelem elvárásaival és új lehetőséget nyitna meg a terület lakossága alternatív jövedelemtermelésére.

A vízpótlás „melléktermékeként” nemcsak a HCs-n, hanem minden vízpótlás által folyamatos vízborítottságúvá váló vízfolyásban, tározóban teremthetnének meg a halélettani feltételek. Ebből következően kibővíthetővé válnának a horgásztársadalom számára hozzáférhető horgászvizek. Alacsonyabb minőségi igényű fogyasztók esetén a HCs által szállított vízkészlettel helyettesíthetnék a tendenciózusan fogyó értékeesebb rétegvíz készletet. A dunai vízzel kiváltható lenne az a felszín alatti vízkészlet, amit ma károsan és gyakran jogellenesen pl. hátsági halastavak fel- és utántöltésére vesznek igénybe.

## 7. Összegzés

Változó szemlélet és igények jellemezték a DTCs tervezésének két évszázados múltját. A jelen kor szempontjainak megfelelő reális helyzet- és igényfeltárás, lehetőségelemzés, -értékelés, némi jövőbelátás és tárgyyszerű mérlegelés jó eséllyel eldöntheti, hogy milyen rendezőelvek mentén kezelhető egy Duna–Tisza közti csatorna építésének gondolata.

Az OTH nagyprojektjének célja: a Duna–Tisza közti hátság területén bekövetkezett kedvezőtlen változások hatásainak mérséklése: a hátság természeti értékeinek megőrzése, helyreállítása, a természetben bekövetkezett degradációs folyamatok megállítása, a tájszerkezet, tájkép védelme volt a vízháztartás javításával. Emellett pedig a hátság népességmegtartó képességének javítása terület- és vidékfejlesztéssel, agrárszerkezet-váltással, infrastruktúrafejlesztéssel.

Ezt a célkitűzést a fentiekben megfogalmazott érvek alapján nem egy nyugat-keleti hajócsatorna, hanem komolyabb tájrombolás, illetve természeti kockázat nélkül vállalható és az elérhető agrárökológiai célokat optimálisan kielégítő, észak–déli irányú magas vezetésű, elsősorban költséghatékony vízszállításra tervezett, illetve optimalizált, igény és szükség szerint továbbfejleszthető, de már szakaszonként is teljes értékűen működőképes csatorna képes megvalósítani. Építését északról indítva a megvalósítás az anyagi lehetőségek függvényében kapacitás és hosszúság tekintetében is könnyen ütemezhető. A már megépített szakaszok azonnal üzembe helyezhetők, működőképesek. A kivitelezés és az első megépített szakasz üzemelése közben megszerzett tapasztalatok visszacsatolása alapján a tervek és az építéstechnológia folyamatosan korrigálható, javítható, tökéletesíthető lenne.

A HCs által kiegészített érrendszerű, tiltókkal bögezett, a vízválasztótól a folyó-völgyek felé irányuló meglevő belvízelvezető csatornahálózatot magában foglaló vízrendszer hatékony talajvízdúsítást tudna kifejteni. A csatornák melletti vízjárta területek, mocsarak, lápok, szikes tavak, mélyedések természetes víztározókként lennének igénybe vehetők, növelve a tározótérfogatot, szivárogtató felületet és a beszivárgás hatékonyságát.

A HCs természetközeli vonalvezetését elsősorban a magassági viszonyok határoznák meg. A 2. ábrán bemutatott változat felmérés nélkül, digitális terepmodell alapján készült, inkább csak elvi ábra a koncepció illusztrálására. Látható, hogy a víz a meglevő DTCs keleti végpontjától egyetlen szivattyúteleppel illetve csővezetékkel feljuttatható a HCs kezdőpontjára. (Az éves átlagos vízszükségletnek és a szivattyú kapacitásának illesztésével olyan energia hatékony üzemeltetés tervezhető, amely a napi 20 csúcsmentes

óraban igényel elektromos áramot.) Innen folyamatos egyenletes esés mellett települések, országos jelentőségű védett természeti területek zavarása nélkül Bugacig lehet egy mértéktartó keresztmetszetű felszíni csatornát vezetni. A rendszer szolid kapacitása ellenére évi 365 napos, napi 20 órás üzem mellett 1–2 év alatt gazdaságos fenntartás mellett garantáltan érdemi pozitív változások lennének tapasztalhatók a Duna–Tisza köze környezeti/vízháztartási helyzetében. A fentebb tárgyalt egyéb járulékos előnyök és lehetőségek csak bonuszként értékelhető tényezők lennének.

*„Ami velünk történik az mindegy a Föld geológiájának, de ami a Föld geológiájával (hidrológiájával) történik az nem mindegy nekünk”* – vallotta Hugh MacDiarmid (Sári 2008). Vagyis a természet elvult, elvan, el is lesz nélkülünk, de mi emberek nem élhetünk természet, azaz egészséges környezet, környezeti elemek nélkül.

A csatorna megvalósításának céljait, peremfeltételeit és indokait a teljes hatásterületre, és minden érintett ágazatra kiterjedően környezeti hatásaiban kell vizsgálni. Az az alapkérdés, hogy vitatott célkitűzésekre szándékozunk-e egy gigantomán művet létesíteni, vagy olyan kétségtelen funkció alapozza meg a célkijelölést, ami évtizedek óta súlyos és tartós hátsági probléma, és ami a klímaváltozás várható tendenciája miatt a jövőben csak súlyosbodik.

Az élhető természeti környezethez és a megélhetéshez feltétlenül szükséges víz kivételével a hátságon rendelkezésre állnak az egyéb fontos ökológiai és társadalmi tényezők, de víz nélkül sajnos nem működhetnek optimumban. A Duna–Tisza közén a 35 éve romló vízhelyzet súlyosbodó és térben terjeszkedő káros környezeti változások forrása. Sajnos néhány korábbi csapadékosabb év (1999, 2001, 2004, 2006) is csak átmenetileg befolyásolta az egyébként tartós hátsági talajvízszint süllyedést, ezért okunk van azt hinni, hogy a 2010-es év extrém csapadékmennyisége sem tudja három és fél évtized tendenciáját alapjaiban megváltoztatni. A globális és lokális klímaváltozások valószínűsített iránya kedvezőtlen, az ebből fakadó baljóslatú környezeti következmények mérséklő intézkedés nélkül súlyosbodhatnak. A Kárpát-medence és közelebről a Duna–Tisza köze feltételezett jövőbeni időjárása felmelegedő, csapadékban szegényebb lesz. *„Nagyobb mértékű csökkenés várható a vízben ma is szegény Homokhátságon”* (Láng et al 2007). Ezek a prognózisok – egyebek mellett – előbb utóbb kikényszerítik a hátsági vízpótlással kapcsolatos felelős döntések megalapozását, illetve meghozatalát is.

## Irodalom

- Bordás Gy. 2008: A Ferenc-csatornáról. Egy meg nem tartott tanácskozás ürügyén. Hét Nap. 2008. július 30. (<http://www.hetnap.rs/uj/index.php?zg=3995&no=203>)
- Ihrig D. szerk. 1973: A magyar vízszabályozás története. OVH
- Láng I.–Csete L.–Jolánkai M. (szerk.) 2007: A globális klímaváltozás – hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó, Budapest. 220 p.
- Lamp H.–Hollóssy F. (szerk.) 1947: A Duna–Tisza csatorna. Budapest
- Pálfi I. (szerk.) 1997: A Duna–Tisza csatorna tervezett nyomvonalának vízügyi szempontú értékelése. Kézirat. Szeged 48 o.
- Sári A. 2008: A természet- és környezetátalakítás „bocsánatos bűnei”. ([http://racionalitas.blogter.hu-/240338/a\\_termeszeti\\_es\\_kornyezetatalakitas\\_bocsanatos\\_bunei\\_magyarorszagon](http://racionalitas.blogter.hu-/240338/a_termeszeti_es_kornyezetatalakitas_bocsanatos_bunei_magyarorszagon))
- [www.vizeink.hu/files/vizeink.hu\\_0157\\_2-2\\_forum\\_memo\\_2009.07.06.pdf](http://www.vizeink.hu/files/vizeink.hu_0157_2-2_forum_memo_2009.07.06.pdf)



# A MEDENCE-JELLEG TÜKRÖZŐDÉSE HAZÁNK ÉGHAJLATÁBAN ÉS ANNAK VÁLTOZÁSAIBAN

*Pajtókné Tari Ilona\**

## 1. Bevezetés

Kutatásunk célja annak bemutatása, hogy az éghajlat terén mennyire valós és általános természetföldrajzi kategória a „medence-jelleg”. Számot adunk arról, hogy a megvizsgált 13 földrajzi monográfia (két kivétellel) kerüli a kérdés tárgyalását. Tanulmányunkban először röviden áttekintjük a medencék keletkezését, osztályozási lehetőségeit, majd egy táblázatban bemutatjuk azt a 30 nagyobb medencét, amelynek éghajlati viszonyai bolygónkon megerősíthetik, vagy cáfolhatják a medence-hatást. Részletesen azonban csak a Kárpát-medence éghajlati viszonyait ismertetjük. A nagy állomássűrűséggel és objektív interpolációval készült felszíni-, illetve a műholdas megfigyelések alapján, továbbá a finom felbontású regionális klímamodellek becslései alapján a medencehatás teljesen egyértelmű a Kárpát-medence évi csapadékösszegeiben. Ugyancsak látszik a különféle csapadékhozamú napok számában, de kevésbé a hótakaró időtartamában. Emellett, a medence-hatás megmutatkozik a relatív nedvesség és a tényleges párolgás területi rendjében, itt is a medence szárazabb jellegét okozva. Teljesen hiányzik ugyanakkor a medence-hatás a felhőzet és a globálsugárzás objektív műholdas becsléseiből. Az évi csapadék-eloszlás medence jellegét, valamint az évi középhőmérséklet esetében ennek nem egyértelmű voltát mind a durva, 200 km-es rács-távolságú globális-, mind az ilyenbe ágyazott, 25 km-es modell visszaadja.

## 2. A medencék keletkezése, jellege

Geomorfológiai szempontból a medencék többnyire zárt mélyedések, amelyek minden éghajlati övben fellelhetők. Megjelenésükben, alakjukban a szerkezeti-morfológiai és éghajlati tartományok szerint nagy változatosságot mutatnak. Az alábbiakban röviden ismertetjük a medencék lehetséges osztályozását, majd egy táblázatba foglaltan a Föld 30 nagyobb méretű medencéjét listázzuk. Ezek egyike a Kárpát-medence, amelynek éghajlatával, annak medence jellegével a továbbiakban részletesen foglalkozunk.

*Alakjuk* szerint medencének nevezünk minden zárt, kerek, vagy szabálytalan alakú, minden oldalról lejtővel határolt térszíni mélyedést (Bulla B. 1954). E meghatározás szerint egy medence lehet egy karsztos dolina alig pár méter hosszúságú teknője is, de a hétmillió km<sup>2</sup> kiterjedésű Amazonas-medence is ebbe földrajzi kategóriába tartozik.

A medencék *kialakulásában* mind a belső, mind a külső erők szerepet játszanak. A *belső (endogén) erők* hozzák létre az epirogenetikus (egész közetlemezek/földrészekre, óceáni medencékre kiterjedő, lassú emelkedés vagy süllyedés) medencéket (Amazonas-medence, Mississippi-medence, Nyugat-Szibéria) és a tektonikus (szerkezeti) medencéket (pl. a Föld nagy tektonikus árokrendszerei mentén kialakult medencék: Kelet-afrikai árokrendszer, Rajna és Rhone árka, Jordán árok). A karsztos poljét (1–400 km<sup>2</sup> méretű, legnagyobb felszíni karsztforma) és dolinát is a töréses, tek-

---

\* Dr. Pajtókné Dr. Tari Ilona tszv. főiskolai docens, PhD, Eszterházy Károly Főiskola, Eger

tonikus medencék csoportjába sorolhatjuk. Ugyancsak endogén erők hatására alakulnak ki a vulkáni működéshez kapcsolódó, jobbára kisebb krátermedencék, a kaldérák.

A külső (exogén) erők által formázott medencék szerte a Földön megtalálhatók. A folyóvíz felszínalakító munkája nyomán kialakult medencék a kanyargó folyók középszakasz jellegű térszínein, ártéri síkságain, hordalékteraszain alakultak ki. Változatos medenceformákat eredményez a jég felszínalakító munkája is. Észak-Amerikában, Észak-Európában jégtakaró gyalulta síksági területté a kontinensek puhább kőzetanyagú felszínét, amelyből a keményebb kőzetanyagú vásott sziklák emelkednek ki. A glaciális lepusztulás (denudáció) során kialakított medencéket sok helyen tavak töltik ki. A magashegységi glaciális erózió kisebb medencéket hoz létre, helyenként például a teknővölgy túlmélyülésével.

1. táblázat: A Föld kiválasztott medencéi az egyes éghajlati övezetekben.

Éghajlati beosztás			Medence
<b>HIDEG ÖVEZET</b>	Sarki öv (állandóan fagyos)		Amerázsiái-, Eurázsiái-nagymedence (a Jeges-tenger alatt)
	Sarkkörü öv (tundra)		Yukon-medence, Mackenzie-medence
<b>MÉRSÉKELT ÖVEZET</b>	Hideg-mérsékelt öv (tajga)		Kelet-európai Síkság, Nyugat-szibériai-alföld, Léna-medence, Kolima-medence
	Valódi mérsékelt öv	Óceáni tartományok	Londoni-medence
		Mérsékeltén szárazföldi (nedves kontinentális)	Kárpát-medence, Mississippi-Missouri-medence
		Szárazföldi tartományok (száraz kontinentális)	Nagy-medence (USA), Parana-medence (Argentina)
		Szélsőségesen szárazföldi (félsivatagi-sivatagi)	Turáni-alföld, Amu-Darja medence, Szír-darja medence
	Meleg-mérsékelt öv	Mediterrán tartományok	Kaliforniai-völgy (USA), Hosszanti-völgy (Chile)
		Monszuntartományok	Mississippi-medence déli része, Jangce medencéi (Szecsuáni- és Wuhan-medence)
<b>FORRÓ ÖVEZET</b>	Térítői öv (sivatagi)		Kattara mélyföld (Egyiptom), Szíva-medence (Egyiptom), Eyre-medence (Ausztrália)
	Átmeneti öv (szavanna)		Niger-medence, Csád-medence, Felső-Nílus-medence, Ngorongoro kaldera (Tanzánia), Ausztrál-alföldek (Carpentaria-alföld, Nagy-Artézi-medence, Murray-Darling-alföld)
	Egyenlítői öv (esőerdő)		Amazonas-medence, Kongó-medence
	Monszunvidékek		Hinduszáni-alföld (Gangesz-Brahmaputra medencéje), Indus-alföld
<b>Függőleges övezetességű hegyvidékek</b>			Altiplano (Bolíviai-magasföld), Cajdam-medence

A medencék pontos helyét lásd a szerző más írásaiban (Pajtókné Tari I. 2010a,b).



A szél felszínformáló tevékenysége (defláció) által létrehozott medencék az afrikai sivatagokban gyakoriak. Keletkezési körülményeiket bizonyítja, hogy a medencék hossz tengelye általában az uralkodó szél irányában helyezkedik el. A defláció a talajvíz szintjéig képes kifejteni hatását, így a deflációs medencék gyakran a tenger szintjénél mélyebben fekvő mélyedések (depressziók), a Líbiai sivatagban egyben oázisok is (Kattara, Szíva stb.). Dél-afrikai sós tavai (Makadikadi, Ngami-tó, Ethosa pan) is feltehetőleg szél által kifújtt tektonikus süllyedékek, amelynek mérete több tíz-, több száz négyzetkilométerig terjed.

A medencék legnagyobb hányada azonban komplex keletkezésű. Az endogén erők által létrehozott medencealakzatokat az exogén erők tovább formálják. A medencék, fennsíkok alapzatként a mélybe süllyedtek, és vastag tengeri, tavi- vagy szárazföldi üledék halmozódik rájuk. A dél-amerikai Középső-Andok keleti és nyugati hegylánca között terül el Földünk egyik legmagasabban fekvő, hatalmas medencéje az Altiplano. A fennsík 165 ezer km<sup>2</sup> kiterjedésű terület, 3600–4900 méterrel a tenger szintje fölött. Szintén nagy magasságban, Belső-Ázsia szívében található az óceánoktól legtávolabbra eső medencék, fennsíkok.

A bonyolult földtani felépítésű medencék éghajlata a földtörténet során mindig is változott és változik ma is. Az éghajlat visszahat a medencék földtani szerkezetének az alakulására. A felszínformálás jellegét, intenzitását elsősorban az éghajlat határozza meg. Például egy tengerszint feletti nagy magasságú, száraz területen fekvő, óceántól elzárt térszínen a kőzetaprózódás és a szél felszínformáló munkája (löss felhalmozódása) a döntő tényező. A csapadékosabb éghajlatú területek (időszakok) a folyóvízi erózióknak ill. akkumulációnak kedveznek.

Dickinson (1974) rendszere a tektonikus szerkezet történetén alapul: a) litoszférikus szubsztrátum: óceáni, vagy kontinentális; b) a medence távolsága a kontinentális tábla peremétől; c) a medencéhez legközelebb eső táblaperem típusa, azaz közeledő, távolodó, állandó.

Az osztályozás szempontjai lehetnek még a hidrokarbon jellemzők, a medencét kitöltő üledékek és a tektonikai szerkezet, ami módosítja az üledék-lerakódást (Allen – Allen 2005).

### 3. A „medence jelleg” a szakirodalomban

A Magyar Tudománytár I. (2002) bevezető tanulmánya szerint a Kárpát-medencében a „medence-jelleg” következő éghajlati és vízrajzi sajátosságai érvényesülnek:

*Éghajlati sajátosságok:* +2 °C hőmérsékleti többlet az övezetes átlaghoz képest; két héttel korábbi kitavaszkodás (pl. almafa-virágzás); kevesebb csapadék, a fönhatás miatt; szélgyengítő hatás, emiatt fellépő „hideg légpárna”, szennyezettség, köd; erősebb kontinentalitás (szélvédett, meleg nyár, hideg tél); kevesebb felhő, magasabb napfénytartam.

*Vízrajzi sajátosságok:* alvízi jelleg (95 % külföldről): szeszélyes vízjárás; réteg- és talajvízben gazdag jelleg; a belvíz- és aszály-hajlam is fokozódik; összefutó folyami ár hullámok; korlátozott a víztározás lehetősége (a bőség és hiány esetére is gondolva).

Ezeket a sajátosságokat jóformán az általános iskola óta tanuljuk, illetve tanítjuk. Szerettünk volna kitekinteni a nemzetközi szakirodalomra, hogy ahol a geográfusok nem kifejezetten egy medencében élnek, vajon ott is számon tartják-e ezeket a tulajdonságokat, mint általában igaz, természetföldrajzi tényeket.

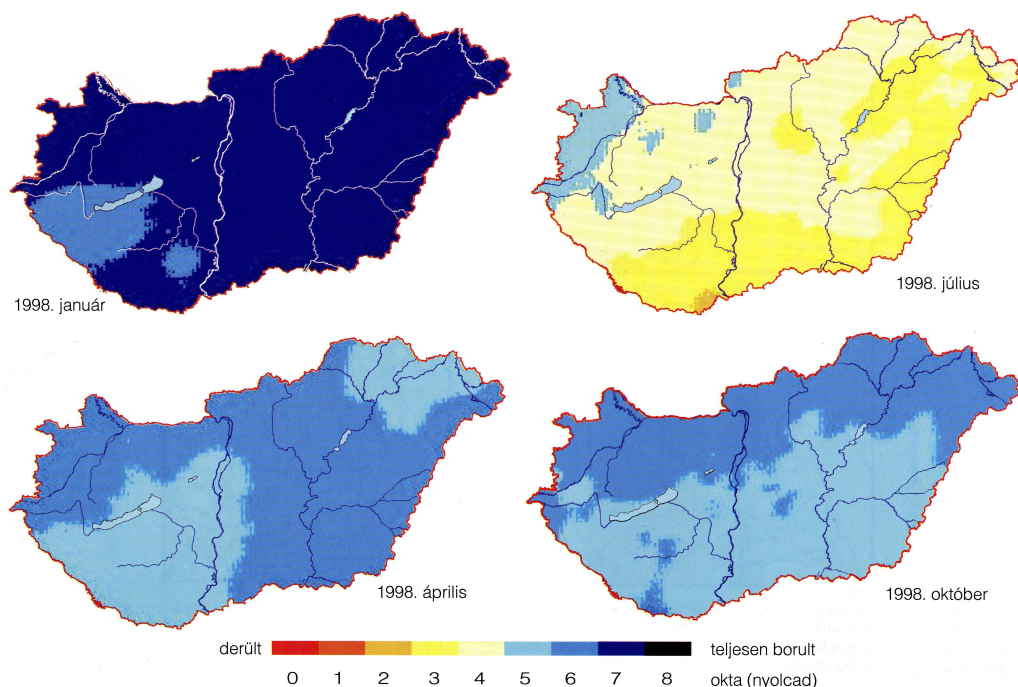
Meglepve tapasztaltuk, hogy összesen 13 darab, 1991 és 2010 közötti monográfiát megvizsgálva (Paturi, F. R. 1991, Borsy Z. 1992, Larousse Memo Enciklopédia 1993, SH Atlasz 1995, Christopherson R. W. 1997, Miller G. T. jr. 1999, Ahrens, C.D., 2000, Haggett P. 2006, Huddard D.–Stott T. 2010, Strahler A. H. 2010), azokban semmilyen utalást nem találtunk a fenti éghajlati és vízrajzi sajátosságokra. A medencék keletkezését, tipológiáját ugyanakkor csaknem mindegyik könyv tartalmazza.

Egyedül Martonné Erdős K. (2007) tankönyvében találtam további, a medence-jelleg létét megerősítő megfogalmazásokra. Ez azonban például a ciklonok legyengülését, a nagy évi hőmérsékleti ingást és a felszín közelében megfigyelt szélirányokat is a medence-hatásnak tulajdonítja anélkül, hogy ezt bizonyítaná, vagy akár csak összehasonlítaná Európa környező térségeivel.

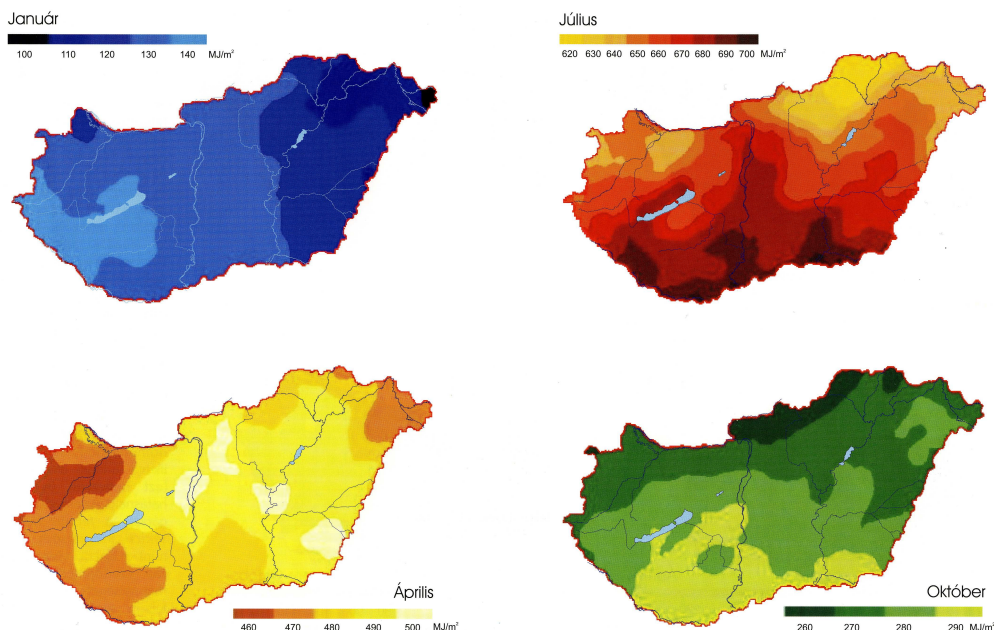
A következő lépés ezért az, hogy kellő információ-sűrűségű alapadatokból, objektív interpolációs eljárásokkal készült térképeken vizsgáljuk a „medence-hatás” valóságértékét, általában a Föld fentebb bemutatott medencéire, jelen írásunkban azonban hazánk térségére korlátozódva.

#### 4. Medence jelleg a Kárpát-medence jelenlegi éghajlatában

Írásunk korlátozott terjedelme ellenére, igyekszünk minél több éghajlati elem hazai eloszlását bemutatni a medence-jelleg érvényessége szempontjából. Az 1. és 2. ábrán a borultság és a globálisugárzás összetartozó értékeit mutatjuk be. Mindkét térkép a Meteosat műholdak fedélzetén elhelyezett sugárzási érzékelők alapján készült az alábbiakban szereplő forrásban részletezett módon.



1. ábra. A METEOSAT műholdakkal megfigyelt felhőborítottság egy adott év négy hónapjában. (Magyarország Éghajlati Atlasza 2001)



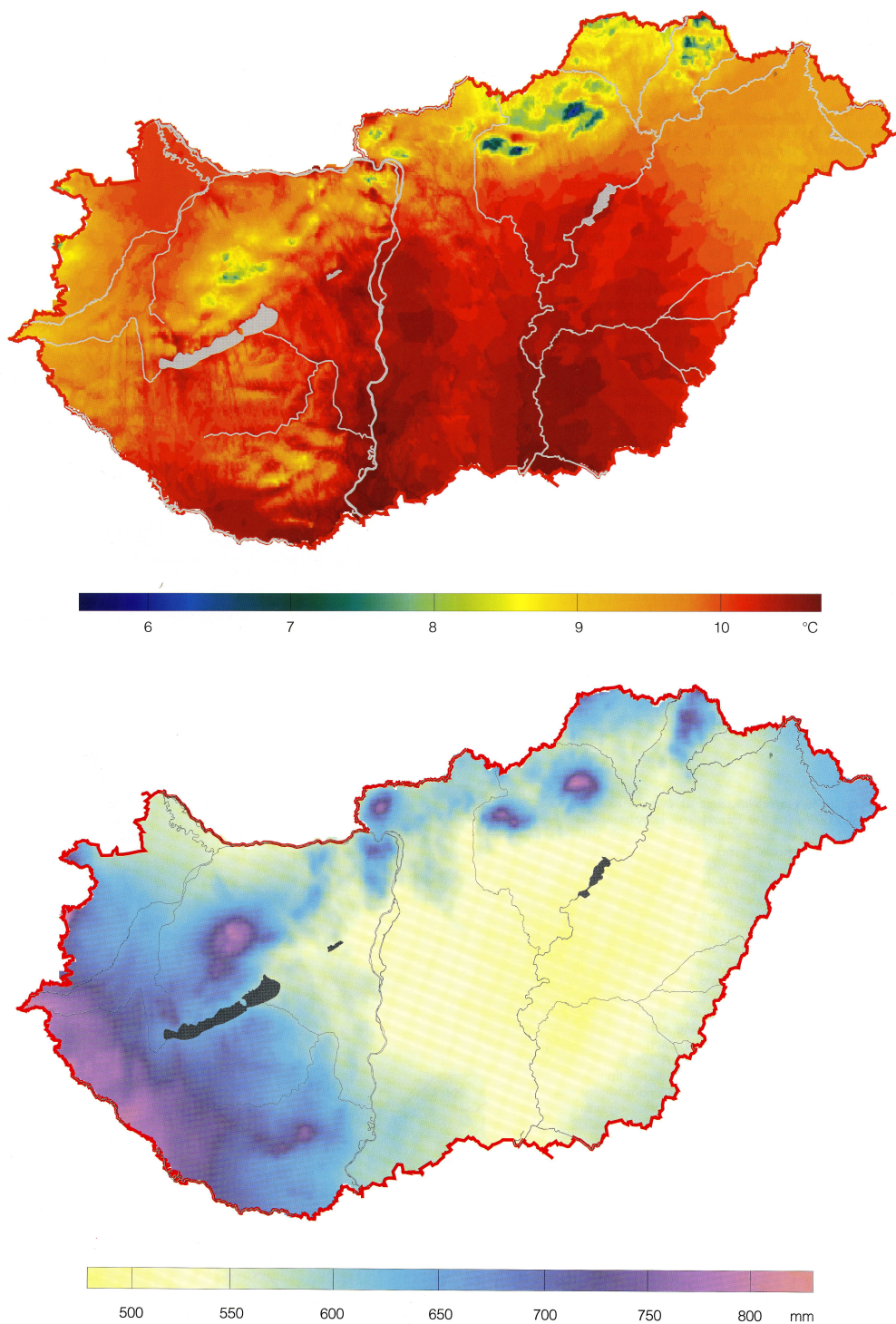
2. ábra. METEOSAT műholdakkal megfigyelt globálisugárzás az év négy hónapjában, ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) 1992–1996-ban (Magyarország Éghajlati Atlasza 2001)

Ezután az évi középhőmérséklet és az évi csapadékösszeg térképeit helyeztük el egymás alatt a 3. ábrán. Ennek alapján megállapítható, hogy bár az évi középhőmérséklet is az Alföldön a legmagasabb, ennek a mezőnek a finomszerkezete kevésbé emlékeztet a környező Kárpátok (és nyugatról az Alpok) vonulatára. Sokkal inkább a medencén belüli tengerszint feletti magasságra (domborzatra), valamint a talaj kisebb hőkapacitására és más jellemzőire érdemes gyanakodnunk a tapasztalt kép magyarázatánál. Ugyanakkor a csapadék évi összegének rendje már nagyban hasonlít a környező hegykoszorúra, elsősorban az Alföld térségére eső minimummal, és a környező ezekenél jóval magasabb értékekkel.

A 4. ábra arra világít rá, hogy a különféle küszöbértékekkel jellemzett csapadékos napok száma is tükrözi a medencehatást. A legmarkánsabbak az 1 mm-es és az 5 mm-es küszöbértékekhez kapcsolódó gyakorisági térképek, amelyeken a medencehatás az ilyen napok számának a minimumában nyilvánul meg a medence közepén.

Kevésbé egyértelmű a medence hatás a havas napok számában és a hótakaró időtartamában (5. ábra), ahol mindkét mennyiségben inkább a különböző térségek tengerszint feletti magassága a domináns. Ilyen értelemben, a hótakaró inkább a hőmérséklet, mintsem a csapadék térbeli eloszlását követi.

A relatív nedvesség (6. ábra) térképei, azok közül is elsősorban a nyári és az őszi térképek ismét emlékeztetnek a medence-alakzatra, amennyiben az ország közepén, évszakonként eltérő alakzatban jelentkezik egy minimuma a relatív nedvességnek. A relatív nedvesség két párányomás hányadosa, amelyek közül a nevező, a telítési párányomás egyedül a hőmérséklet közel exponenciális jellegű függvénye. Ám a számláló, a levegőben levő vízgőz párányomása nagyrészt független a hőmérséklettől, de kapcsolódik a talaj párolgásra fordítható nedvességtartalmához, a másik pedig végső soron csapadék mennyiségéhez.

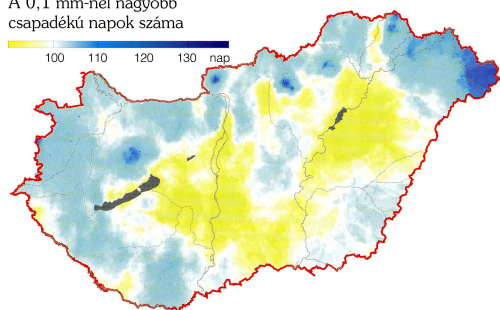


3. ábra. Az évi középhőmérséklet (fent) és az évi csapadékösszeg (lent) az 1961–1990 évek átlagában, minden állomást és a domborzatot figyelembe vevő, objektív interpoláció alapján (Magyarország Éghajlati Atlasza 2001)



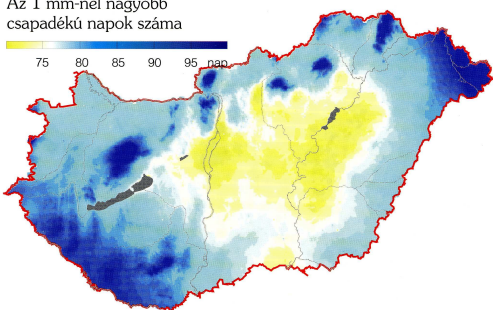
A 0,1 mm-nél nagyobb  
csapadékú napok száma

100 110 120 130 nap



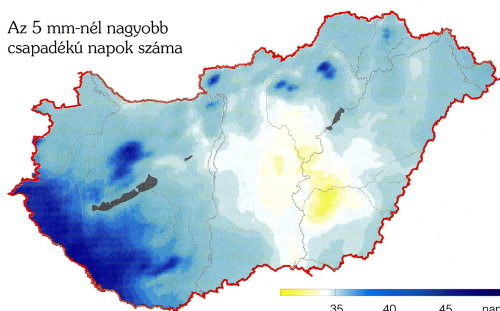
Az 1 mm-nél nagyobb  
csapadékú napok száma

75 80 85 90 95 nap



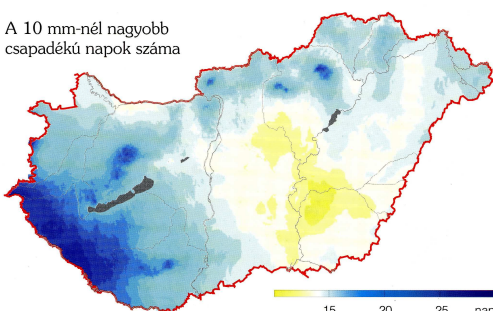
Az 5 mm-nél nagyobb  
csapadékú napok száma

35 40 45 nap



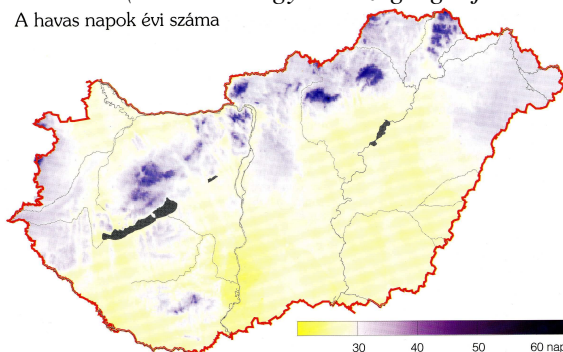
A 10 mm-nél nagyobb  
csapadékú napok száma

15 20 25 nap

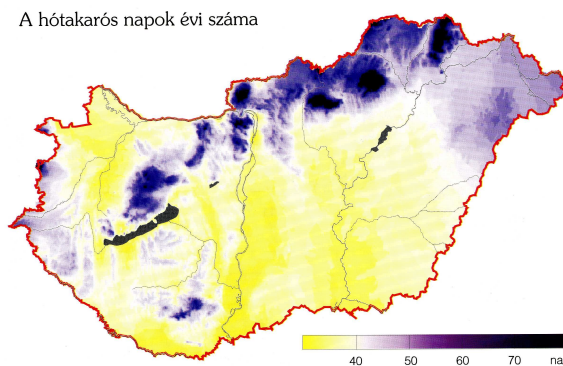


4. ábra. A csapadékos napok évi száma Magyarországon különböző küszöbértékek esetén, 1961–1990 (Forrás: Magyarország Éghajlati Atlasza 2001)

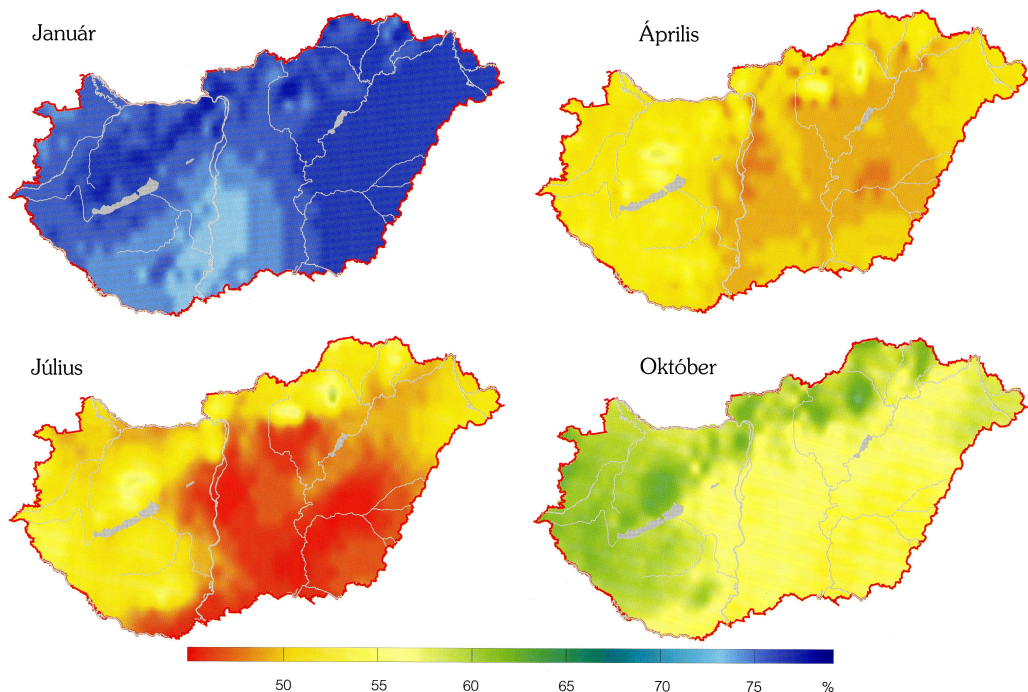
A havas napok évi száma



A hótakarós napok évi száma



5. ábra. A havas napok (fent) és a hótakarós napok évi száma (lent) hazánkban az 1961–1990 évek átlagában (Magyarország Éghajlati Atlasza 2001)

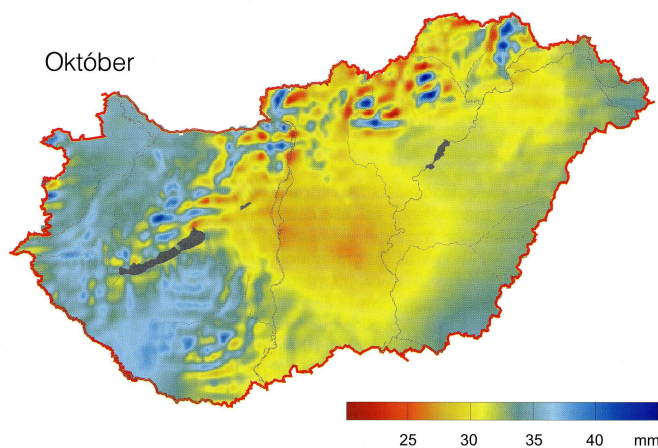
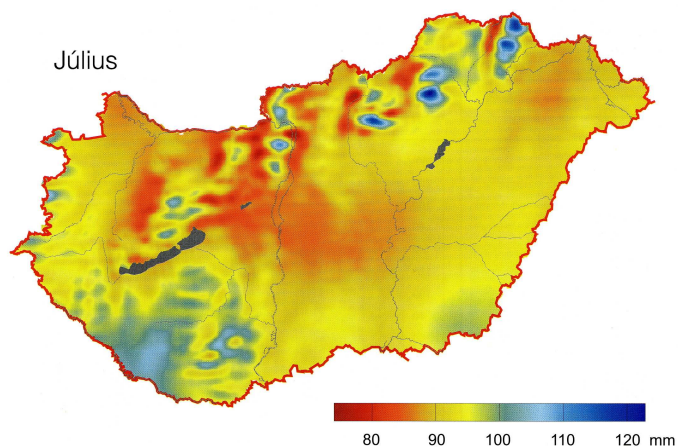
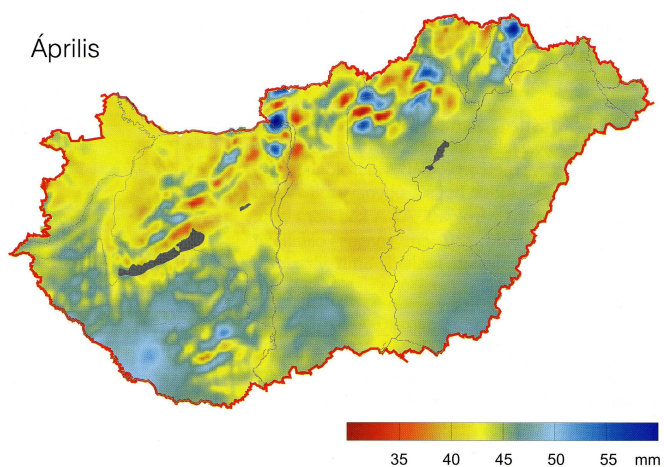


6. ábra. A relatív nedvesség értékei hazánkban az évszakok középső hónapjában az 1961–1990 évek átlagában. (Magyarország Éghajlati Atlasza 2001)

Ezt a párolgástól való függést tanúsítja a 7. ábra is, amely a tényleges párolgás becsült értékeit mutatja be, ugyanezekben a hónapokban, a tél kivételével. Ugyanis, mivel a tényleges párolgás elsősorban a csapadék függvénye (ellentétben a nagyrészt hőmérsékletfüggő potenciális párolgással), ez a térképsor is tükrözi a medencehatást mindhárom vizsgált hónapban. Ennek lényege, hogy a párolgás is a medence közepén a legkisebb.

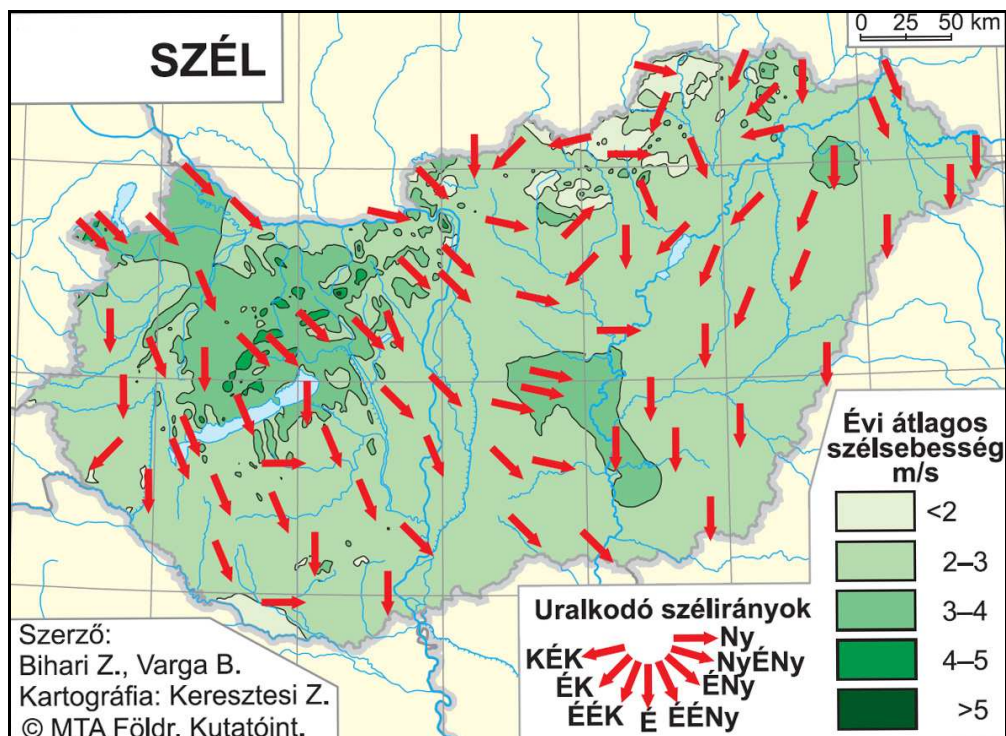
A megfigyelt adatokból készült térképek sorát a szélsőbességgel zárjuk (8. ábra). A tapasztalt területi eloszlást érdemes a számítógépes klímamodellek térképein is megvizsgálnunk. Ezek az eszközök a tömeg, az energia és az impulzus megmaradásán alapuló, parciális differenciálegyenletekkel szintetikusán állítják elő a jelen éghajlatát. A 9. ábrán az évi középhőmérséklet-, az 10. ábrán pedig az évi csapadékösszeg 1961–1990-re szimulált mezőit ábrázoltuk, két eltérő felbontású modell-futtatás eredményeként.

Az egyik modell durva 200 km-es felbontása nem is reményt keltő a medencehatás tekintetében. A másik modellt azonban 25 km-es horizontális ráctávolság jellemzi, ami már elegendő lehet a medencehatás megjelenítéséhez. Nos, az évi középhőmérséklet esetében itt sem látunk egyértelmű medence-rajzolatot, ám a csapadék esetében a Dél-Alföld alacsonyabb értéke mindkét felbontásban egyértelműen kirajzolódik.

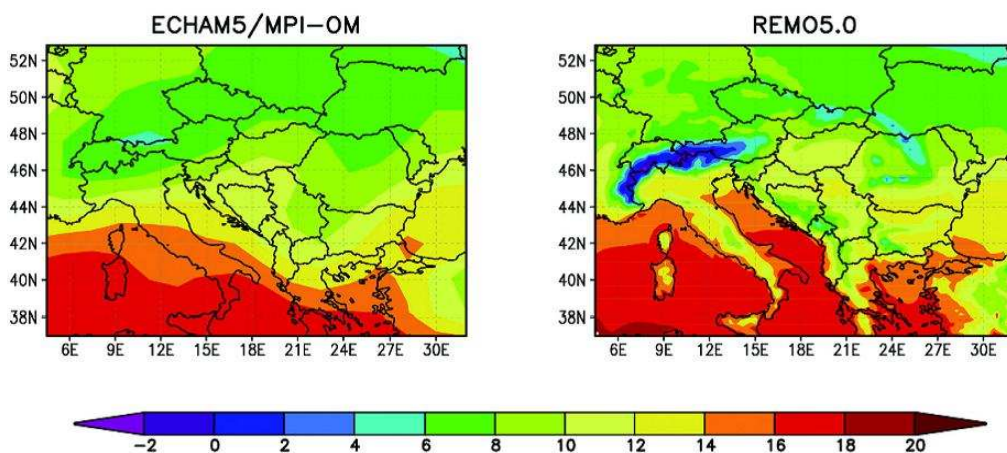


7. ábra. A tényleges párolgás tavasztól őszig az évszakok középső hónapjában az 1961–1990 évek átlagában. (Magyarország Éghajlati Atlasza 2001)

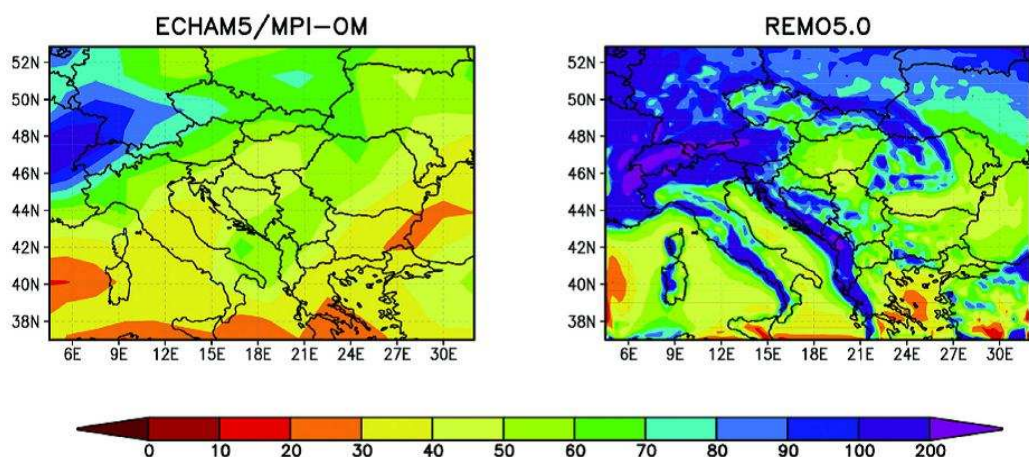




8. ábra. Az uralkodó szélirány és az átlagos szélesség hazánk területén az 1971–2000 évek átlagában (Magyarország Térképekben 2011)



9. ábra. Az évi középhőmérséklet éghajlati modellben szimulált mezői az 1961–1990-es évek átlagában. Balra az ECHAM5 globális modell, 200 km-es felbontással; jobbra az e modell egygel korábbi változatához, az ECHAM4-hez illeszkedő 25 km-es felbontású, REMO modell (Szépszó G.–Horányi A. 2008)



10. ábra. Az évi csapadékösszeg éghajlati modellben szimulált mezői az 1961–1990-es évek átlagában. Balra az ECHAM5 globális modell, 200 km-es felbontással; jobbra az e modell egyvel korábbi változatához, az ECHAM4-hez illeszkedő 25 km-es felbontású, REMO modell. (Szépszó G.–Horányi A. 2008)

## 5. Összegzés

A fentiekben áttekintettük a medencék osztályozását, beazonosítottunk Földünkön 30 medencét és röviden vázoltuk, hogy a medencehatás taglalása nem általánosan jellemző a korszerű hazai és külföldi természetföldrajzi monográfiákban. A nagy állomássűrűséggel és objektív interpolációval készült felszíni-, illetve a műholdas megfigyelések alapján, továbbá a finom felbontású regionális klímamodellek becslései alapján a kérdés objektívan vizsgálható. A medence-hatás ezek alapján számos éghajlati elemben valóban megmutatkozik, míg néhány másikkban nem.

*A medencehatás teljesen egyértelmű a Kárpát-medence évi csapadékösszegeiben.* Ugyancsak látszik a nagy csapadékú napok számában, de kevésbé markáns a havas napok és a hótakaró időtartamában. A medence-hatás egyértelműen megmutatkozik a relatív nedvesség és a tényleges párolgás területi rendjében is, itt is a medence szárazabb jellegét okozva. Teljesen hiányzik viszont a hatás a felhőzet és a globálisugárzás objektív műholdas becsléseiből. A hőmérséklet évi átlagaiban sem egyértelmű, bár itt a tengerszint feletti magasság és a talaj hőkapacitásának eloszlása az Alföldön ugyancsak jelez egy maximális értéket, ám ennek geometriája nem emlékeztet igazán a környező hegykoszorúkra.

A jelenre vonatkozó fenti megállapításokban a megfigyelt- és a modellben szimulált mezőkből levont következtetések hasonlóak, de ehhez a modellek jó (25 km-es) ráctávolsága szükséges.

## Irodalom

- Allen, P.A.–Allen, J.R. (2005): Basin Analysis: Principles and Applications, 2nd ed., Blackwell Publishing, 549 o.
- Ahrens, C.D. 2000: Meteorology Today. 6th ed. Brooks/Cole Publ. Comp. 528 p. + App.
- Borsy Z. (szerk.), 1992: Általános természetföldrajz. Nemzeti Tankönyvkiadó 832 o.
- Bulla B. 1954: Általános természeti földrajz. II. kötet. Tankönyvkiadó Budapest. 353–363
- Christopherson R. W. 1997: Geosystems 3rd ed. Prentice Hall, 636 p. + App.
- Dickinson, W. R. 1974, Plate tectonics and sedimentation. In: Tectonics and Sedimentation (Ed. W. R. Dickinson). Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner. Tulsa, 22, pp. 1–27.
- Haggett P. 2006: Geográfia. Globális szintézis. Typotex Kiadó, 842 o.
- Huddard D.– Stott T. 2010: Earth Environments. Wiley-Blackwell 912 o.
- Larousse Memo Enciklopédia 1993: Larousse, Akadémiai Kiadó, 1273 o.
- Magyarország Éghajlati Atlasza 2001. Országos Meteorológiai Szolgálat (szerk. Mersich I. et al). Budapest, 107 o.
- Magyarország Térképekben (Szerk.: Kocsis K.–Schweitzer F.) 2011: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest
- Magyar Tudománytár 2002: I. kötet: Föld víz, levegő. Kossuth Kiadó, 511 o.
- Martonné Erdős K. 2007. Magyarország tájföldrajza. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen 192 o.
- Miller G.T. jr. 1999: Living in the Environment. 11th ed., Brooks/Cole Publ. Comp. 812 p.
- Pajtkókné Tari I. 2010a: Bolygónk földrajzi medencéi, a „medence-jelleg” vizsgálatának első lépései. 4. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai (szerk. Kertész Á.), 1–5 o. (megj. alatt)
- Pajtkókné Tari I. 2010b: A „medence-jelleg” vizsgálata éghajlati megfigyelések és modell-szimulációk alapján. V. Magyar Földrajzi Konferencia tanulmányai, 9 o. (megj. alatt)
- Paturi, F.R. 1991: A Föld Krónikája. Officia Nova. 576 o.
- SH Atlasz, 1995: Ökológia. Springer Hungarica 284 o.
- Strahler A. H. 2010: Introducing Physical Geography. Wiley-Blackwell 632 p.
- Szépszó G.–Horányi A. 2008: Transient simulation of the REMO regional climate model and its evaluation over Hungary. Időjárás, 112, 203–231

\*\*\*

Köszönetnyilvánítás: a szerző ezúton köszöni meg Mika János hasznos tanácsait.

# VÁROSKLÍMA – HŐSZIGET – ALFÖLDI VÁROSOK

*Unger János\**

A 20. század második felétől kezdve felgyorsult és hatalmas méreteket öltött az urbanizáció. A Föld városi népessége jóval nagyobb ütemben növekszik, mint az össz-népesség, ezért világszerte (így hazánkban is) mind több ember él urbanizált térségben. Nemcsak a nagyvárosok, hanem már a kisebb méretű települések is jelentősen módosíthatják – a közeli természetes területekhez viszonyítva – a városi levegőkörnyezet szinte valamennyi jellemzőjét. Így a mesterséges tényezők egy helyi éghajlatot, *városhatárklímát* alakítanak ki, amely egy módosulást jelent a pre-urbánus helyzethez képest. Definíció szerint a *városhatárklíma* egy olyan helyi éghajlat, amely a beépített terület és a regionális éghajlat kölcsönhatásának eredményeként jön létre.

E tanulmány városhatárklíma kialakulásának főbb okaival, majd a város légterében tapasztalható hőmérsékleti változással foglalkozik részben általánosságban, részben pedig szegedi és debreceni kutatási eredmények felhasználásával.

## 1. A városi környezet klímamódosulásának főbb okai

A megváltozott városi levegőkörnyezetet csak a különböző léptékű meteorológiai folyamatok eredményeképpen kialakuló éghajlat ismeretében lehet elemezni és ahhoz viszonyítani. A különböző mikroklímák időben igen változékonyak, rövid életűek és jellegzetes kifejlődésük egy adott időjárási helyzethez kötődik. A településeken megfigyelhető mikroklímák tarka mozaikszerűségükkel tűnnek ki. Az utcák, terek, parkok és udvarok mind sajátos éghajlattal rendelkeznek, amelyekben azonban közös vonások is vannak, melyek éppen a lokális (helyi) éghajlat, a városhatárklíma keretében jutnak kifejezésre.

Egy város földrajzi elhelyezkedése az adott nagyléptékű éghajlati zónában, mérete (lakosság, terület), szerkezete, gazdaságának jellege jelentős hatással van a kialakult éghajlati különbségek mértékére. A település és környezetének bizonyos természetföldrajzi adottságai (pl. topográfia: völgy, lejtő, medence; vízparti elhelyezkedés: tenger, nagy tó; illetve felszínjelleg: mocsaras, sivatagos) erősíthetik vagy gyengíthetik az antropogén okok hatására bekövetkező változások szerepét. E változások főbb okozói a következők:

A természetes felszínt részben épületek és vízátnemeresztő felületek, burkolatok (utak, járdák, parkolók) helyettesítik, amelyeket vízelvezető csatornarendszerek egészítenek ki.

- A városi felszín geometriája rendkívül összetett, a térbeli egyenetlenségek horizontálisan és vertikálisan is – az utcák és a parkok felületétől a különböző tetőmagasságokig – igen változatosak.
- A járdák, utak és az épületek anyagainak fizikai tulajdonságai is különböznek az eredeti felszín sajátosságaitól. Például általában kisebb albedóval és nagyobb hővezető képességgel rendelkeznek.
- Bizonyos esetekben és időszakokban lényeges szerepe lehet az emberi tevékenység által (ipar, közlekedés, fűtés) termelt és a környezetbe kibocsátott vagy kikerült hő is.

---

\* Dr. Unger János, tszv. egyetemi docens, PhD, SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged

- A sugárzási folyamatok szempontjából fontos tényezők a fűtés, a közlekedés és az ipari folyamatok során keletkező idegen anyagok, így a vízgőz, gázok, füst és egyéb szilárd szennyezőanyagok, melyek a települést kevésbé szeles körülmények között leperszerűen vonják be.

A város klímamódosító hatásának kimutatására – elméletileg – az optimális megoldást természetesen az jelenthetné, hogy ha korábbi adatok állnának rendelkezésre az eredeti, embertől háborítatlan területről és ezeket lehetne összevetni a későbbi, az urbanizáció által már befolyásolt adatokkal. Ennek hiányában a hatások gyakorlatilag a településen belül és a külterületen párhuzamosan észlelt értékeknek a különbségeként értelmezendők (Oke 1997). Csak az egyidejű városi és környékbeli – egyébként azonos feltételek mellett (pl. azonos tengerszint feletti magasság) – mérésekből származó adatokat lehet felhasználni az összehasonlításra. A mért városi paraméterek (pl. hőmérséklet)  $M$  értékei három tényező összegzett eredményeként állnak elő (Lowry 1977):

$$M = C + L + U$$

ahol  $M$  – a mért érték,  $C$  – a terület háttérklímájának alapértékét jelenti,  $L$  – a földrajzi elhelyezkedés (topográfia, vízfelület, stb.) sajátosságainak lokális befolyásoló hatásai-ból adódik,  $U$  – pedig az összetett városi környezet (területhasználat, anyag, geometria, épülettömeg, -magasság, városon belüli elhelyezkedés, stb.) eredőjét jelenti, egy adott időpontra vonatkozóan, vagy egy adott időszakra átlagolva.

## 2. A hőmérséklet módosulása a városban

A városi klíma kifejlődése során – a városi és a természetes felszínnek eltérő energiaháztartásának eredményeképpen – a hőmérséklet mutatja a környezetéhez képest a legszembetűnőbb módosulást, jellegzetesen elsősorban növekedést, ami a *városi hősziget* formájában nyilvánul meg. Ez a hőmérsékleti többlet kimutatható a város légtérben (1. ábra) ill. a felszínén (2. ábra), valamint az alatta lévő rétegekben is néhány méteres mélységig. Ezek természetesen összefüggenek, de keletkezésük folyamataiban, időbeli dinamikájukban lényeges eltérések vannak. Itt most elsősorban a légtér melegebb voltával foglalkozunk.

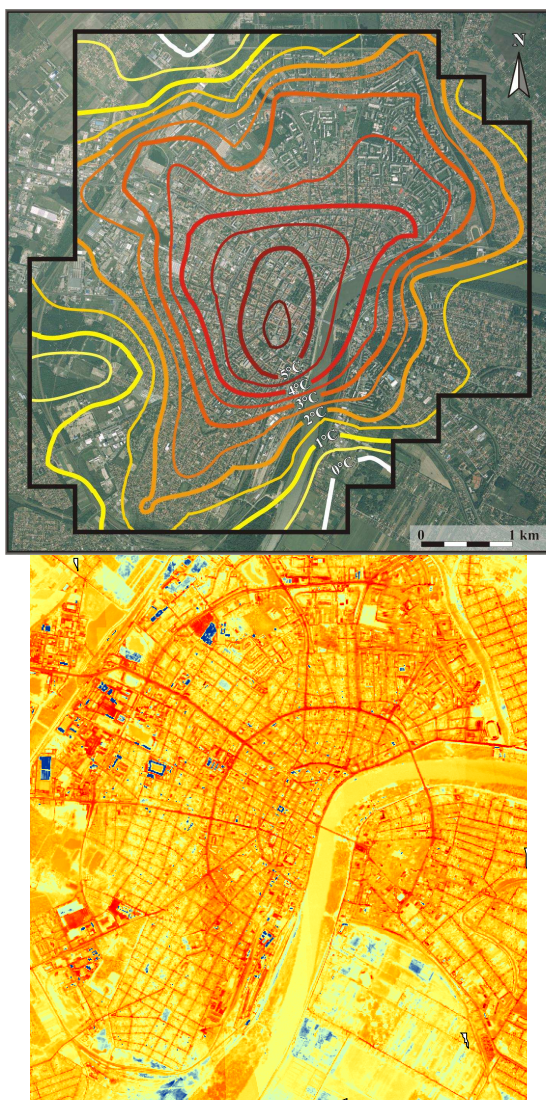
### 2.1. A városi hősziget általános térbeli és időbeli jellemzői

Az 1. ábra a városi (légtérbeli) hősziget területi szerkezetét mutatja be, jól érzékelte, hogy mennyire találó a sziget elnevezés. Az izotermák rendszere egy "sziget" alakját rajzolja ki, amelyet a vidéki környezet nála hűvösebb levegőjű „tengere” vesz körül. A külterületek felől a belváros felé haladva a település peremvidékén erőteljesen megemelkedik a hőmérséklet. Ezt követően lassú, de viszonylag egyenletes az emelkedés, amelyet csak a közbeékelődő parkok, ritkább beépítésű részek módosítanak valamennyire. A sűrűn beépített belvárosban észlelhető a legmagasabb hőmérséklet. Természetesen ilyen viszonylag szabályos alakzat csak olyan időjárási helyzetekben jön létre, amely kedvező a kisebb léptékű klimatikus folyamatok kialakulásához, általában csak rövid ideig áll fenn és változik is az idő múltával. A *hősziget erőssége* v. *intenzitása* a városi és a külterületek szabad felszíne felett mért hőmérsékletek különbségével definiálható.

A horizontális méretek mellett a hőszigetnek van egy vertikális, a közvetlen városi felszín fölé nyúló kiterjedése is (néhányszor 10 m-től 2–300 m magasságig). A legnagyobb hőmérsékleti különbségek a város és a külterület között a felszín közelében jelentkeznek, majd ez a magassággal csökken.



A hősziget-intenzitás jellegzetes napi menetet a városon belül meglehetősen eltérő mértéket mutat. A napi menet legfőbb jellemzője, hogy a késő délutáni és az esti mérsékeltebb lehűlés miatt a hajnali minimumhőmérséklet sem olyan alacsony, mint a külső területeken. Ugyanakkor napkelte után a város légtere lassabban melegszik fel. Ezek eredőjeként az intenzitás napnyugta után gyorsan növekszik és kb. 3–5 órával később éri el a maximumát (*Oke–Maxwell 1975, Oke 1987*). Az éjszaka hátralévő részében lassan, de egyenletesen csökken a különbség a hőmérsékletek között, majd a csökkenés napkeltekor felerősödik.



1. ábra. Az éjszakai hősziget intenzitás eloszlása Szegeden (2003. március 25.)

2. ábra. Az esti felszínhőmérsékleti mintázat Szegeden (2008. augusztus 14.)

## 2.2. A hősziget erősségére befolyást gyakorló tényezők

A hősziget maximális intenzitása szoros kapcsolatban áll a település méretével. A város nagyságának egyik lehetséges mérőszáma a lakosság szám. Már az ezer fős településeken is kimutatható a hősziget, és a milliós nagyvárosok esetén a lehetséges legnagyobb hőmérsékleti módosulás 12°C körül alakul (Park 1987, Klysik–Fortuniak 1999). Természetesen, mivel a világ különböző területein jelentősen mások a város-tervezés, a városépítés elvei és hagyományai, ezért a városok méretének a lélekszámmal történő jellemzése sok esetben nem kielégítő a tanulmányozott fizikai jelenség magyarázatára. A hősziget intenzitása szempontjából ugyanis egyáltalán nem elhanyagolható a városszerkezet sem, vagyis hogy szellősen elhelyezett, alacsony épületek, vagy a tömör, magas beépítés dominál az adott településen.

Az időjárási tényezők (különösen a szél és a felhőzet) is jelentősen befolyással vannak a hősziget kifejlődésének mértékére. Kialakulására kedvezőek a magasnyomású (anticiklonális) helyzetek, amikor általában derült az ég, és közel szélcsend van. A felhőzet hatását a felhőfajták eltérő jellege miatt elég nehéz számszerűsíteni. Az erős szél a hőszigetet nagymértékben gyengíti, sőt akár meg is szüntetheti. A befolyásoló tényezőket szemléletesen a 3. ábra foglalja össze.



3. ábra. A városi hősziget erősségére ható tényezők

## 2.3. A hősziget közvetlen hatásai

Talán a legfontosabb, hogy a hősziget jelentősen befolyásolja a légtér termikus komfortviszonyait. Nyáron bizonyos időszakokban a nagyvárosok felmelegedése human bioklimatológiai szempontból rendkívül kedvezőtlen (az alacsony és közepes szélességeken), télen viszont kifejezetten előnyös lehet.

Példaként említhető, hogy hazánkban a napi maximumhőmérséklet természetes sík felszínnek felett az év 10–30 napján meghaladja az ún. hőségnap kritériumát, a 30°C-ot. Nagyvárosainkban ennél 2–6°C-kal melegebb van, azaz hazánk népességének 1/3-a ennél jóval hosszabb ideig, átlagosan évi 30–60 napon át van kitéve a túlmelegedés okozta környezeti terhelésnek (hőségstressz). Ilyenkor szervezetünket a napsugárzásból, valamint az épületek kisugárzásából származó többlet hőbevitel, a szélcsend és a zsúfoltság okozta korlátozott hőleadás is fokozottan terheli. Az időjárás-előrejelzések szokásos hőmérsékleti értékét ezért – elsősorban kritikus helyzetben – meg kell emelni ahhoz, hogy



megkapjuk a belvárosra vonatkozó reálisan feltehető értékeket. Nem elhanyagolandó következménye az előzőknek, hogy a nagyvárosi lakosság fokozottabban kényszerül rá a légkondicionálók használatára.

További hatásként a városban meghosszabbodik a fagymentes időszak és ezzel a növények vegetációs periódusa, csökken a fagyok intenzitása, megrövidül a hótakaróval borítottság ideje, csökken a fagyos és téli napok száma, valamint az ún. fűtési napok száma, ami természetesen mérsékli a fűtésre felhasznált energia mennyiségét is.

### **3. A vizsgált terület és az adatgyűjtés jellemzői**

#### *3.1. Szeged és Debrecen földrajzi, éghajlati és városszerkezeti jellemzői*

Hazai nagyvárosaink terepi elhelyezkedésük szerint a három orográfiai tájtípusba sorolhatók: völgyben fekvő, hegyvidék és síkság találkozásánál lévő, valamint síksági felszínen fekvő. Az első két eset a városklíma kifejlődésének bonyolultabb típusát jelenti, mivel ezeknél a változatos orográfiai viszonyok nagymértékben zavarják a mesterséges hatások érvényesülését és azok felismerését, elkülönítését. A „tisza” városi éghajlat kialakulására a domborzat (és a nagy víztömeg) hatásától mentes, tehát a síkvidéki nagyvárosok a legmegfelelőbbek. Az általánosítható törvényszerűségek levonására az ilyen települések részletes klimatikus felmérése és az eredmények sokoldalú feldolgozása szolgáltathatja a legjobb alapot.

Szeged és környezete az ország legalacsonyabban fekvő régiójában van, tengerszint feletti magassága alig változik, 75 és 83 m között van. A város közigazgatási területe 281 km<sup>2</sup>, állandó lakóinak száma pedig kb. 170 ezer fő. Szerkezeti sajátosságait – a múlt század végi újjáépítésből adódóan – a Tisza folyóra, mint tengelyre épült sugárutas-körutas rendszer adja, s a különböző városszervezési típusok színes skálája jellemzi: sűrű beépítésű belváros, nagy panelházak alkotta lakótelepek, ipari és raktározási körzetek, családi házas kertvárosi övezetek, parkok és a folyómenti zöldterületek.

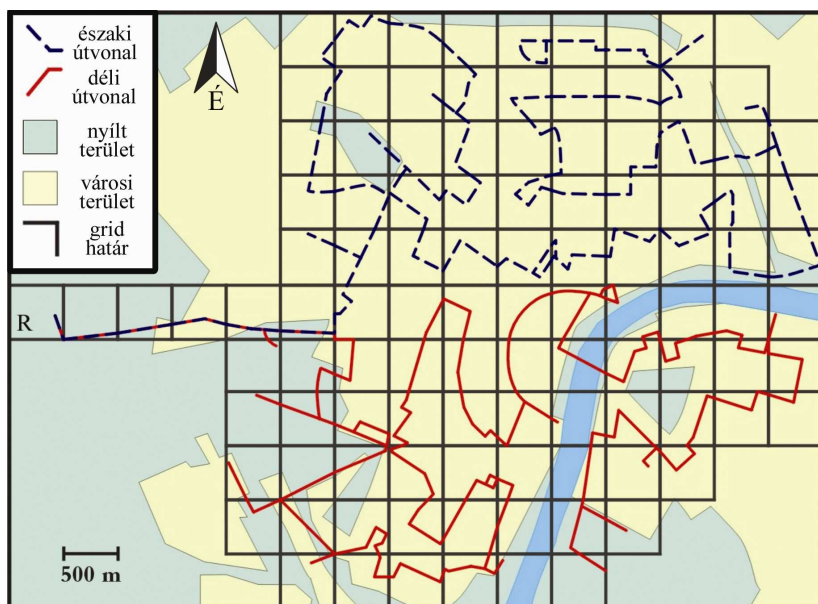
Debrecen tökéletes síkságon fekszik, tengerszint feletti magassága 110 és 125 m közötti. Közigazgatási területe 461 km<sup>2</sup>, 211 ezer lakosával az ország második legnagyobb városa. Nyugati részén a lakótelepek magas panelházai, míg a keleti felén a kertes családi házak dominálnak. A városközpontban a közepes épületek a meghatározóak. A déli részen nagy kiterjedésű ipari területek találhatók, északon a vizsgált területbe a Nagyerdei Park is beletartozik, itt a természetes felszínek a döntőek.

Szeged éghajlata kissé melegebb, de mindkét város térségére a meleg-száraz klíma a jellemző: a nyár meleg, aszályra hajlamos, bőséges a napfénytartam, aránylag kicsi a páratartalom és a felhőzet, télen kevés a hócsapadék, emiatt vékony a hótakaró.

Összességében elmondható, hogy Szeged és Debrecen környezete hasonló földrajzi és éghajlati adottságokkal rendelkezik, ami jól összehasonlíthatóvá teszi a két város által indukált hősziget területi eloszlását, valamint általános következtetések levonására is lehetőséget adhat a hőmérsékleti többlet tulajdonságait illetően.

#### *3.2. Hőmérsékleti adatgyűjtés*

A szükséges hőmérsékleti értékek adatbázisa 35 alkalommal, mérőautókkal elvégzett 1 éves mobil mérési sorozaton alapult (2002. április – 2003. március), amely a városok lehatárolt területeiről szolgáltatott adatokat különböző meteorológiai viszonyok mellett. A gépkocsival végzett mérést általános eljárásnak tekinthetjük bizonyos városklíma jellemzők detektálására (Conrads–van der Hage 1971, Klysik–Fortuniak 1999, Sun et al. 2009).



4. ábra. A mérési hálózathoz, a mérési útvonalakhoz és a referencia cellához (R) Szegeden

A vizsgált területeket az Egységes Országos Térképrendszer (EOTR) 1:10.000-es méretarányú térképein alkalmazott 1x1 km-es négyzetháló elemeinek negyedelésével kapott gridhálózat fedte le. Az ilyen módon meghatározott vizsgálati területet Szegeden 107 cella (26,75 km<sup>2</sup>) (Unger et al., 2001), míg Debrecenben 105 cella (26,25 km<sup>2</sup>) jelenti (Szegei-Kircsi 2003). E cellák a városok belvárosi, elővárosi övezeteiben vannak, valamint egy helyen ki is nyúlnak a városon kívüli területekre (4. ábra). A mérőútvonalak minden cellát érintettek és a nyugaton lévő, külterületi – városi hatásoktól mentes – cellából indultak. A kiértékeléskor e cella hőmérsékleti adatai jelentik a természetes háttérklíma adatait, vagyis viszonyítási alapot a városban mért értékek számára.

A cellákban a különböző időben – de az összevethetőség miatt ezért oda-vissza – mért értékeket át kellett számolni egy időpontra, felhasználva azt a tényt, hogy a hőmérséklet a mérés ideje alatt nagyjából lineárisan változott. Ezt a – néhány órával a naplemente utáni – általánosságban tapasztalt linearitást korábbi, részben szegedi kutatások támasztják alá (Oke–Maxwell 1975, Unger et al. 2001). A referencia-idő (amelyre az időkorrekció történt) – az előzetes felmérések eredményeit alapul véve – 4 órával a naplemente utánra esett. Ezekből a korrigált – cellánkénti – értékekből ( $T_{\text{cella}}$ ) kivonva a külterületen elhelyezkedő cella hőmérsékleti értékét ( $T_R$ ), adódnak az aznapi cellánkénti hősziget intenzitás (abszolút) értékei ( $\Delta T$ ), amelyek a cellák középpontjaira vonatkoznak:

$$\Delta T = T_{\text{cella}} - T_R$$

A hősziget szerkezetének összehasonlító tanulmányozása során az abszolút intenzitás (°C) vizsgálata mellett hasznosnak bizonyul az ún. *normalizált intenzitás* ( $\Delta T_{\text{norm}}$ ) is, amely egy 0 és 1 közötti dimenzió nélküli érték és a következőképpen származtatható:

$$\Delta T_{\text{norm}} = (T_{\text{cella}} - T_R) / (T_{\text{cella(max)}} - T_R)$$

ahol  $T_{\text{cella(max)}}$  annak a városi cellának a hőmérséklete, amely az adott napi észlelés során a vizsgált cellák között a legmelegebbnek bizonyult.

A vizsgált területek hőmérsékleti mezőinek izotermáit a standard Kriging eljárással interpoláltuk a cellák (abszolút ill. normalizált) hőmérsékleti adataiból.

#### 4. A városi hősziget területi eloszlásának osztályozási típusai

Néhány eseti mérés kiértékeléséből messzemenő következtetéseket nem szabad levonni. Természetesen ezekben az esetekben is meg lehet rajzolni az izotermákat és így adódik is valamilyen szerkezeti kép, amely visszatükrözi a hősziget eloszlásának pillanatnyi állapotát: ez az állapot a viszonylag statikusnak tekinthető felszíni sajátosságok és a dinamikus változó, akkor uralkodó időjárási viszonyok egy kombinált hatásaként adódik. Ezek az – ugyanarra a településre vonatkozó – eseti minták lehetnek markánsak (erős intenzitás – kedvező időjárási feltételek), elmosódottak (gyenge intenzitás – kedvezőtlen időjárási feltételek), ill. valamire eltolódottak (függően a légáramlástól).

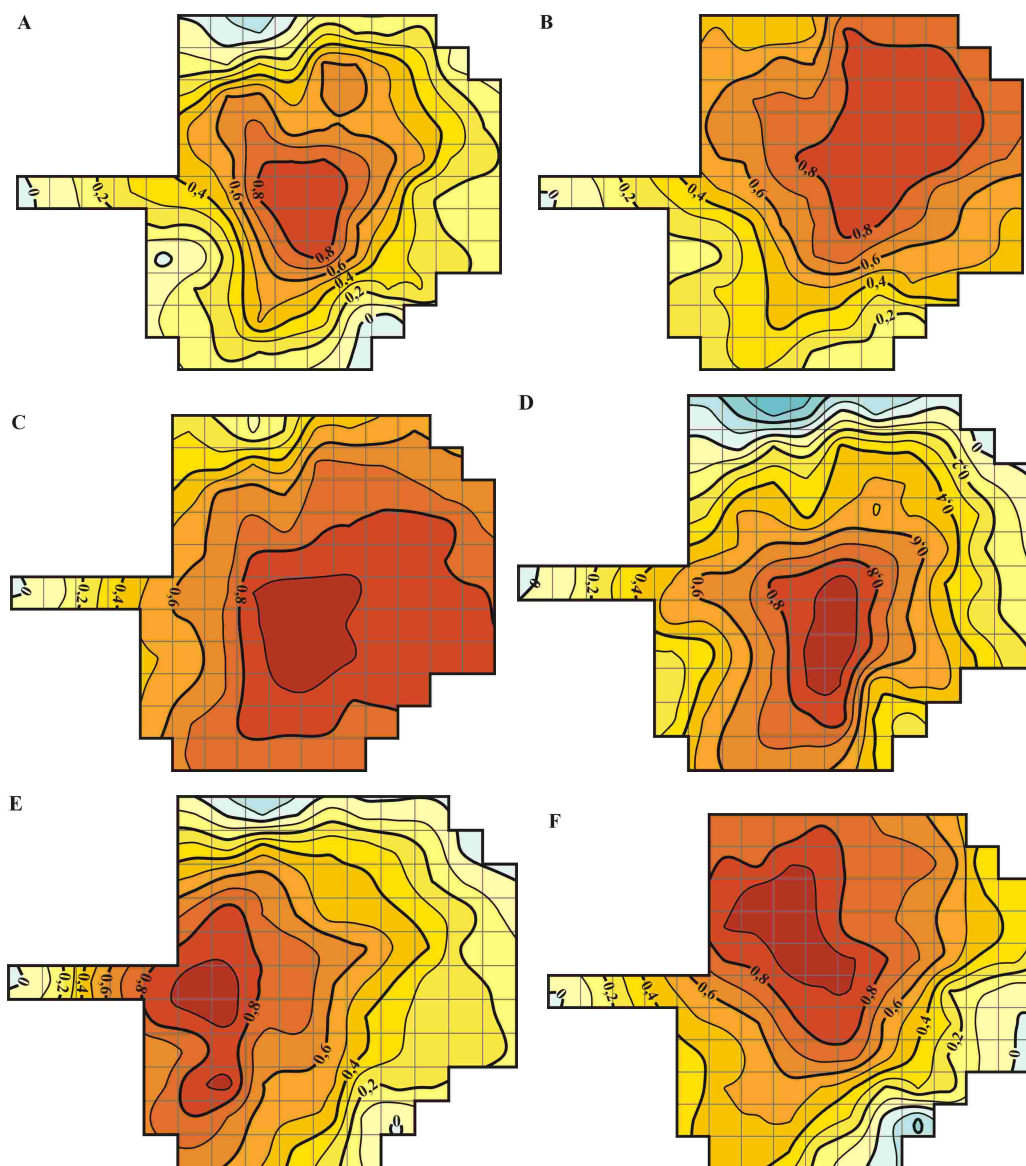
Ha azonban egy általános (átlagos) képet szeretnénk nyerni arra nézve, hogy az adott településen milyen jellemző eloszlási típusai vannak a hőszigetnek, akkor ezeknek a típusoknak a jellemzőit az előzőek alapján nyilvánvalóan nem egy-két, hanem jóval több esetből kell összerakni. A kérdés csak az, hogy ez az „összerakás” milyen rendező elvek mentén történjen, annak érdekében, hogy az eredményül kapott területi minták valóban a városi és időjárási hatásokra kialakuló főbb jellegzetességeket tükrözzék vissza. Unger et al. (2010) vizsgálatai alapján a hőmérsékleti értékek normalizálása lehetőséget kínál a település(rész)ek különböző időben mért hősziget-szerkezetének összehasonlítására. A normalizált adatokból megszerkesztett 35 egyedi eset tanulmányozása során kiderült, hogy bizonyos mintázatok ismétlődnek, ami felvetette a csoportosítás lehetőségét.

Ennek érdekében a 35 mérés összes (egyenként 107) normalizált adatával kereszt-korrelációs vizsgálatot végeztünk (Montavez et al. 2000). Ez együttesen 595 összefüggést jelent a különböző esetek között, s a korrelációs együtthatókat praktikusán egy kereszt-korrelációs mátrixba gyűjtöttük össze. 107 elem esetén az együttható akkor szignifikáns a 99%-os valószínűségi szinten, ha nagyobb, mint 0,25. Ennek megfelelően a klasszifikáció alapja igen egyszerű: azok az esetek tartoznak egy osztályba, amelyek a csoport összes többi tagjával az előbb említett szempont szerint szignifikáns kapcsolatban vannak.

E kereszt-korreláción alapuló klasszifikáció szerint Szegeden az egyedi hősziget mintázatoknak hat típusa különböztethető meg (1. táblázat). A szabályos centralizált mintázathoz (A) képest a többi csoportnál (B, C, ..., F) eltolódás tapasztalható (5. ábra).

1. táblázat. A hősziget mintázatainak csoportosítása, elnevezése, az esetek száma és az adott csoporton belül tapasztalt intenzitás-értékek intervalluma Szegeden (2002. április –2003. március)

Csoport	Elnevezés	Esetek száma	intervallum (C°)
A	centrális	6	0,35 – 5,70
B	eltolódott ÉK felé	11	0,97 – 6,82
C	eltolódott DK felé	6	2,57 – 5,06
D	eltolódott D felé	3	0,82 – 1,43
E	eltolódott DNy felé	3	1,60 – 4,26
F	eltolódott ÉNy felé	6	1,83 – 3,21



5. ábra. A csoportonkénti átlagos normalizált hősziget mezők Szegeden (2002. április – 2003. március): A – centrális; B – eltolódott ÉK; C – eltolódott DK; D – eltolódott DNy; E – eltolódott ÉNy, F – eltolódott D

Az egyes csoportokra jellemző különböző irányú és mértékű eltolódások magyarázatánál azt kell figyelembe venni – ahogy azt már korábban is említettük –, hogy a hősziget területi szerkezetét a városi jellemzők és a meteorológiai paraméterek együttesen határozzák meg. Az egyes típusokra bemutatott példák alapján megállapítható, hogy a csoportok elkülönülése mögött nagyrészt meteorológiai okok (szélirány és -sebesség) húzódnak meg.

## 5. Alföldi városok átlagos hősziget-eloszlásának modellezése

E vizsgálat során – a szegedi és debreceni hőmérsékleti és felszínborítottsági adatok alapján – egy könnyen előállítható bemeneti adatokon alapuló többváltozós modellt készült az éves átlagos hősziget területi eloszlásának közelítésére, majd e modellt kiterjesztettük más, hasonló éghajlati és földrajzi adottságú (alföldi) városokra, ahol nem álltak rendelkezésre hőmérsékleti mérésadatok.

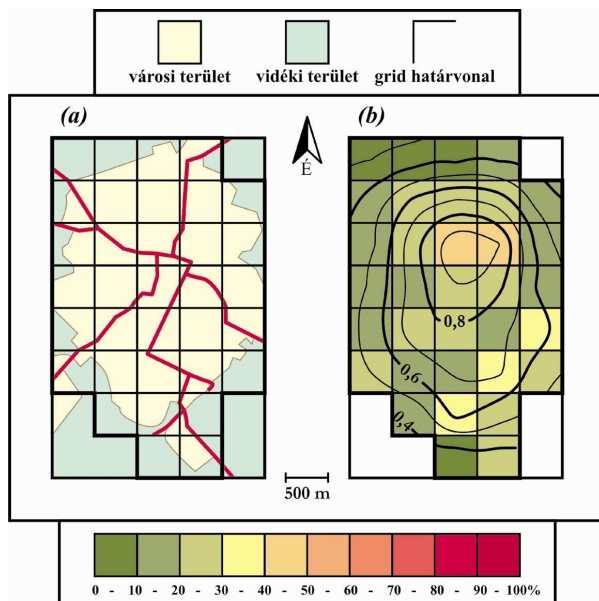
### 5.2. A beépítettség megállapítása, a modell-egyenlet felállítása

A városi, mesterséges felszín sajátosságait egyszerűen, szemléletesen jellemezi az ún. beépítettségi arány, amely egy adott cellára vonatkozóan a mesterséges területek (pl. utak, tetők, parkolók, burkolt felületek stb.) %-os arányát adja meg az adott cella teljes területéhez viszonyítva. Ennek meghatározása LANDSAT műholdfelvételeken történt a Normalizált Vegetációs Index kiértékelésével (Balázs *et al.* 2009).

Az adott cella tágabb környezete is befolyásolja az ott kialakuló hőmérsékletet, ezért ezeknek a környezeteknek a beépítettségi értékeit is felhasználtuk a hőmérséklet és a felszínsajátosságok közötti összefüggést leíró egyenlet meghatározásakor (Balázs *et al.* 2009). Ezután, az eredményül kapott – Szeged és Debrecen celláinak értékein alapuló – többváltozós közös modellt alkalmaztuk a különböző méretű alföldi városokra annak megállapítására, hogy e településeken mennyire erős és milyen a mintázata a hőszigetnek.

### 5.3. A modell kiterjesztése

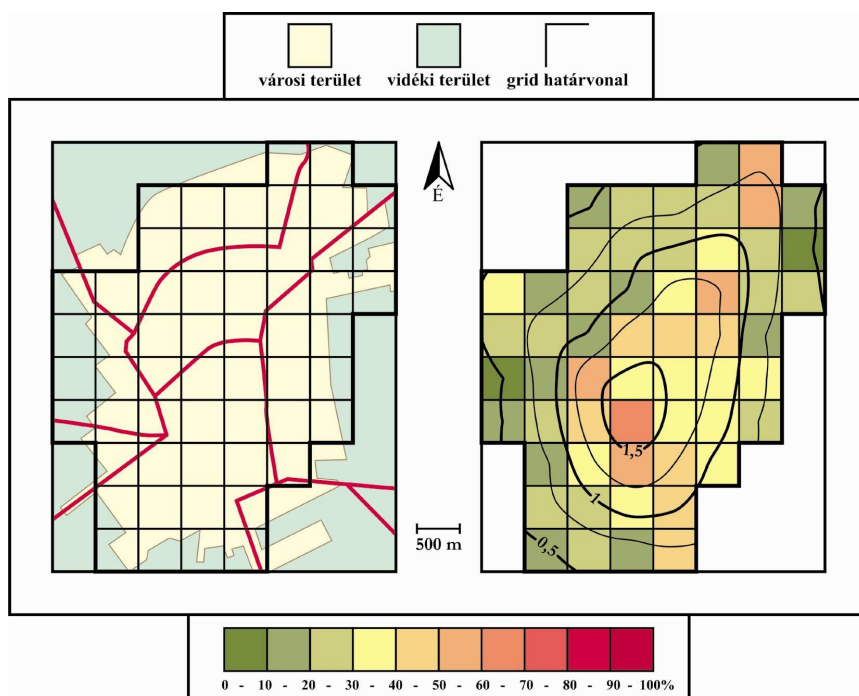
A következőkben lakosságszám szerinti sorrendbe állítva mutatjuk be azokat a településeket (Karcag, Orosháza, Békéscsaba, Kecskemét), melyek területére alkalmaztuk a kapott modell-egyenletet. A példák mindegyike a beépítettséget és a modellezett éves átlagos hősziget területi eloszlását mutatja be és elemzi az adott városban.



6. ábra. Karcag jelentősebb útvonalai és a vizsgált terület (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás (°C) területi eloszlása (b)

Karcag a legkisebb vizsgált város, lakossága 22.500 fő. Az Alföld középső részén, a Hortobágyi Nemzeti Parktól délre fekszik, a Nagykunság központja (47°É, 21°K). A város keleti és déli határát az egyetlen élővize, a kis Hortobágy-Berettyó folyó alkotja. Tengerszint feletti magassága 87 m.

A vizsgált területet 34 cella teszi ki (8,5 km<sup>2</sup>) (6.a ábra). A modellezett hősziget alakja kissé É-D irányban megnyúlt, a maximális intenzitás 0,96°C, amely a legmagasabb beépítettségű cellában (45,5%) alakul ki (6.b ábra). Az egész városban az alacsony beépítettségi értékek a jellemzőek, ami a város falusias jellegű, laza beépítettségére utal.



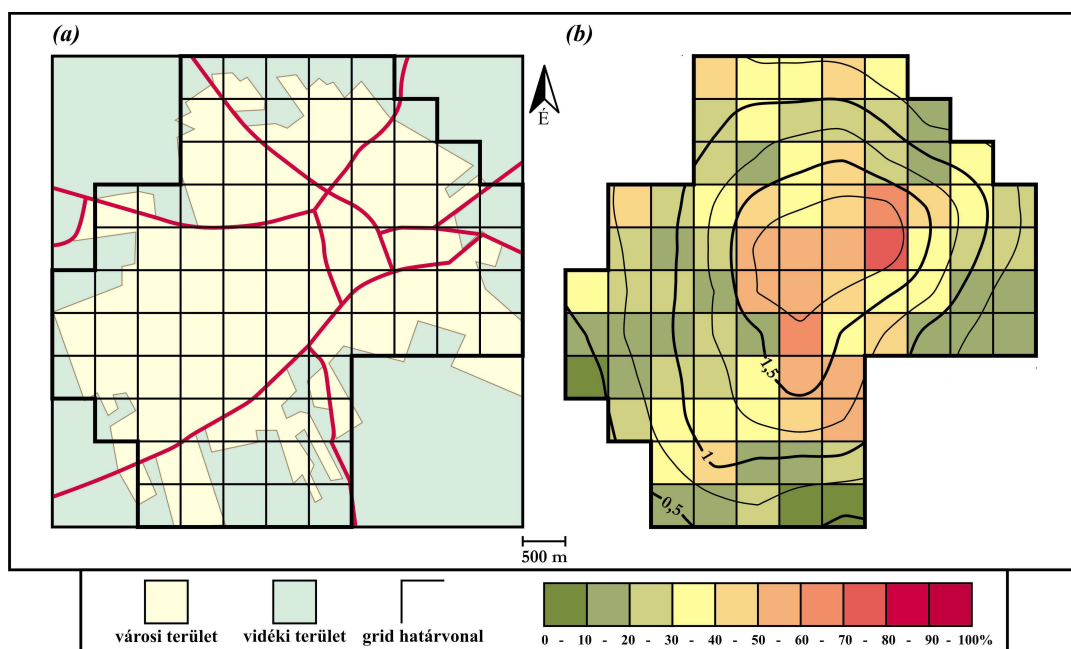
7. ábra. A vizsgált terület és Orosháza jelentősebb útvonalai (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás (°C) területi eloszlása (b)

Orosházán 30.500 fő él, így Békés megye harmadik legnagyobb városa. A település a Dél-Alföldön helyezkedik el, az úgynevezett „Viharsarok”-ban (46°É, 21°K). Tengerszint feletti magassága 86 m. 56 cella alkotja a vizsgált területet (14 km<sup>2</sup>) (7.a ábra). Bár a legnagyobb modellezett intenzitási érték (1,69°C) a belvárosban mutatható ki (69%), a magas beépítettségű ipari területek (pl. ÉK-en az üveggyár) megnyújtják az izotermákat ÉK-i irányba (7.b ábra).

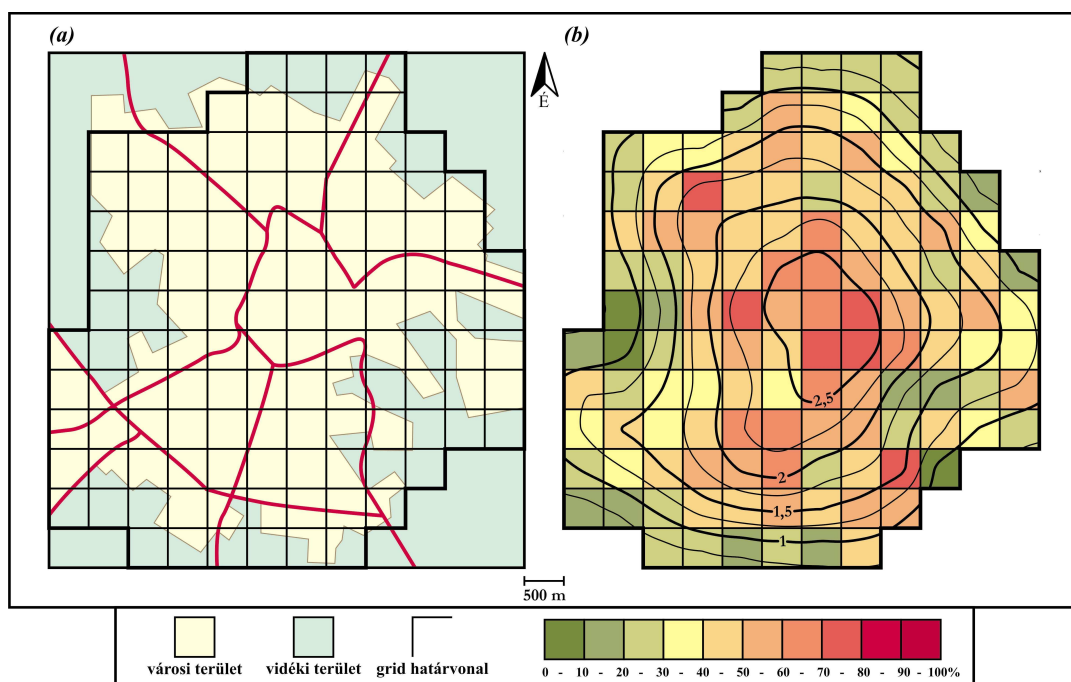
Békéscsaba lakossága 65.000 fő. A város a Tiszántúl délkeleti részén, Békés megye földrajzi középpontjában fekszik (47°É, 21°K). Átlagos tengerszint feletti magassága 85–90 m.

83 cella képezi a vizsgált területet (20,75 km<sup>2</sup>) (8.a ábra). A modellezett hősziget a városközpontban a legerősebb (1,90°C), itt található a legmagasabb beépítettségű cella is (72,5%) (8.b ábra). A város peremi területein létesült nagy ipari parkok és bevásárlóközpontok módosítják az izotermák futását.





8. ábra. Békéscsaba jelentősebb útvonalai és a vizsgált terület (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás ( $^{\circ}\text{C}$ ) területi eloszlása



9. ábra. Kecskemét jelentősebb útvonalai és a vizsgált terület (a), valamint a beépítettségi értékek (%) és az átlagos hősziget intenzitás ( $^{\circ}\text{C}$ ) területi eloszlása (b)



*Kecskemét* lakossága megközelítőleg fele Debrecen lakosságának, 110.000 fő. A város szinte az ország mértani középpontján fekszik (47°É, 20°K), tengerszint feletti magassága 122 m. A 121 cellából álló vizsgált területen (30,25 km<sup>2</sup>) a modellezett város hőszigete klasszikus kifejlődésű, egy centrummal rendelkezik a történelmi városközpontban (9.a-b ábra), itt éri el a maximumát (a 2,69°C-ot) a legnagyobb beépítettségű cellában (78%). A város déli részén nagy burkolt felülettel rendelkező bevásárlóközpontok és ipari parkok fordulnak elő, így az intenzitás még itt is eléri a 2–2,25°C-ot.

Az eredmények gyakorlati jelentősége abban rejlik, hogy rámutatnak arra: a hőmérséklet különbség a belváros és a külterületek között több °C-ot is elérhet, ráadásul a városon belül szintén nagy területi különbségek alakulhatnak ki. A modell-egyenletből kapott hősziget eloszlásoknak az ismerete a későbbiekben hasznos alapinformáció lehet a városok fejlesztési terveinek kialakításakor. Célszerű már a tervezésekor figyelembe venni az épületek klímamódosító hatásait, így a zöld felületek növelésével, az épület-tömbök megfelelő tagolásával csökkenthetők a hőtöbbletből származó káros hatások.

### Irodalom

- Balázs B.–Unger J.–Gál T.–Sümeghy Z.–Geiger J.–Szegedi S. 2009: Simulation of the mean urban heat island using 2D surface parameters: empirical modeling, verification and extension. *Meteorological Applications* 16, 275–287
- Conrads, L. A. van der Hage, J.C.H. 1971: A new method of air-temperature measurement in urban climatological studies. *Atmospheric Environment* 5, 629–635
- Klysiak, K.–Fortuniak, K. 1999: Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź, Poland. *Atmospheric Environment* 33, 3885–3895
- Lowry, W. P. 1977: Empirical estimation of urban effects on climate: A problem analysis. *Journal of Applied Meteorology* 16, 129–135
- Montavez, J.P.–Rodriguez A.–Jimenez J. I. 2000: A study of urban heat island of Granada. *International Journal of Climatology* 20, 899–911
- Oke, T. R. 1987: *Boundary layer climates*. 2nd edition. Routledge, London-New York.
- Oke, T.R.–Maxwell, G.B. 1975: Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. *Atmospheric Environment* 9, 191–200
- Park, H. S. 1987: Variations in the urban heat island intensity affected by geographical environments. *Environmental Research Center Papers* 11, The University of Tsukuba, Ibaraki, Japan, 79 p
- Sun, C.Y.–Brazel, A.J.–Choe, W.T.L.–Hedquist, B.C.–Prasad, L. 2009: Desert heat island study in winter by mobile transect and remote sensing techniques. *Theoretical and Applied Climatology* 98, 323–335
- Szegedi, S.–Kircsi, A. 2003: Effects of the synoptic conditions in the development of the urban heat island in Debrecen, Hungary. *Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis* 36–37, 111–120
- Unger, J.–Sümeghy, Z.–Gulyás, Á.–Bottyán, Z.–Mucsi, L. 2001: Land-use and meteorological aspects of the urban heat island. *Meteorological Applications* 8, 189–194
- Unger, J.–Sümeghy, Z.–Szegedi, S.–Kiss, A.–Géczi R. 2010: Comparison and generalisation of spatial patterns of the urban heat island based on normalized values. *Physics and Chemistry of the Earth* 35, 107–114

# A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A NÖVÉNYTERMESZTÉSI GYAKORLATRA

Birkás Márta\*

## 1. Bevezetés

A növénytermesztés a több célra – élelmiszer, takarmány, vetőmag, energia, zöldtrágya – hasznosítható növényi biomaszra előállítására érdekében végzett gazdasági tevékenység. A termesztés érdekében végzett eljárásokkal szemben ésszerű elvárás a kockázat csökkentés, a minőségi követelmények teljesítése, a hatékonyság, a reális költséggel megvalósíthatóság, a minél kisebb környezet károsítás, vagyis a fenntarthatóság.

A klíma elemek mindig is hatással voltak a növénytermesztésre. A szántóföldeken az utóbbi két évtizedben tapasztalt termésingadozást a termelők, és a témakör elemzői jórészt a klimatikus szélsőségeknek tulajdonítják. Ezzel együtt *számos példát találunk arra, hogy a növénytermesztés korábban bevált – évszázadok alatt kifejlesztett – módszerei kevésbé alkalmasak az időjárási szélsőségek kivédésére.* A növénytermesztés élelmiszerellátásban betöltött alapvető és más mezőgazdasági ágazatokhoz kapcsolódó kiegészítő szerepe halasztást nem tűrően veti fel a védekezés és alkalmazkodás lehetőségeinek számba vételét, a tudományos igénnyel kidolgozott praktikus módszerek terjesztését, és – tekintettel a változékony klímára – azok folyamatos fejlesztését.

A termés mennyiségét és minőségét befolyásoló tényezők között a csapadék mennyiségén és eloszlásán túl több szempontot, és a köztük lévő kölcsönhatásokat is célszerű vizsgálni. Az adott tenyészidőben ugyanis valamennyi klíma jelenség (pl. tartós hideg, korai vagy kései tavaszodás, a hideg és a forróság közti rövid átmenet, lehülés virágzáskor, magkötéskor stb.) hatása fontos lehet. A növény reagálását a klímajelenségekre alapvetően befolyásolja a genetikailag meghatározott ellenálló képessége, valamint a fellépő stresszekkel szembeni edzettségi állapota (Veisz–Bencze 2008). Az első feltétel nemesítéssel alakítható, a második a termesztési eljárásokkal befolyásolható. Ez utóbbi érdekében fontos az is, adott csapadékos vagy száraz időben érvényesül-e a jobb elővetemény hatása, vagy elveszik, javul vagy sem az ún. kedvezőtlen elővetemény hatása, kielégítő vagy hiányos a talajok tápanyag-ellátottsága, milyen a növényvédelem szintje és időzítése. Végül pedig, a termesztés rendszere, benne a talajművelés, hogyan vizsgálja a különböző termőhelyeken a különböző klíma jelenségek fellépésekor.

Úgy látjuk, *a szélsőséges időjárási helyzetek szakértő elbírálást igényelnek, fel kell, és fel is lehet rájuk készülni, és szakmai választ kell rájuk adni.* A növekvő gyakoriságú szélsőséges időjárási és vízforgalmi helyzetekre való felkészülés kulcskérdései lehetnek a talajminőség javítás, benne a szervesanyag kémelésen keresztül a talajok érzékenységeinek enyhítése, és a talajvízháztartás szabályozása.

## 2. A növénytermesztés háttere

### 2.1. Talaj és talajminőség

A klíma szélsőségek gyakorisága újabb problémát is felvet, pl. a növénytermesztés alapvető feltételei közé sorolt termőhelyi alkalmasság kérdését. Amikor országunk

---

\* Dr. Birkás Márta tszv. egyetemi tanár, az MTA doktora, SZIE MKK Növénytermesztési Intézet Földműveléstani Tanszék, Gödöllő

növénytermesztési lehetőségeiről esik szó, akkor többnyire a kedvező jelzőt használják, amely általánosságban igaz is. Tekintsük át azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a termőhelyek alkalmasságát, s ugyanúgy a klímával szembeni érzékenységet.

Magyarország összterülete 9,303 millió ha, amelynek 62,3%-a (5,8 millió ha) mezőgazdasági terület, és ebből 78% (4.5 millió ha) a szántóterület. *Fizikai féleség* szerint a talajok 15%-a homok, 12%-a homokos vályog, 47%-a vályog, 26%-a agyagos vályog és agyag. Elméletileg átlagos évben ezeken a talajokon kevesebb a termesztéssel kapcsolatos gond. Száraz idényben főként a könnyű talajokon (27%) lép fel a *vízhiány*. Ellenben csapadékos idényben káros *víz többlet* a kötött talajokon (26%) alakulhat ki. A 2010-es csapadékos évben – az összes csapadék a termőhelyek többségén elérte vagy meghaladta az 1000 mm-t – káros víz többlet bármely síkvidéki talajon kialakult, a domboldalakon pedig a felszín alatti vizek felszínre törése okozott váratlan gondot.

Fontos adat a *talajok* tömörődéssel és szerkezet pusztulással szembeni *érzékenysége*, ebből a klímakárokkal szembeni érzékenységre következtethetünk. Talajaink 34,8%-a érzékeny, 13,9%-a nem, továbbá 23%-a gyengén, 28,3%-a pedig mérsékelt érzékeny (Várallyay–Leszták 1989). Ez azt jelenti, ha kedvezőtlen az időjárás, és ésszerűtlen a használat, az érzékeny talajokon nagy valószínűséggel károk keletkeznek. Súlyosabb klíma helyzetben (mint 2010) a mérsékelt érzékeny talajok is veszélyeztetettek, ekkor a kár a talajok 63%-ra kiterjedhet.

Tovább szűkítik a növénytermesztés esélyeit a *fizikai és kémiai talajhibák* (Michéli et al 2003). A mezőgazdasági terület 35%-a különböző mértékben erodált, és 14%-át sújtja a degradáció (tömörödés, szerkezet romlás) valamely formája. A talajok 12%-a erősen, 43%-a gyengén savanyú. Sós feltalaj a talajok 10%-án, sós altalaj közel 3 %-án fordul elő – zömében az Alföldön.

A *kihasználható talaj mélység* kedvező, 1 méter vagy ennél mélyebb a talajok 86%-án. A szervesanyag tartalom csak viszonylag kedvező: a talajok 70%-án 1–3% közötti, 15%-án 1 % alatti (többnyire homokok), illetve 15%-án (agyagos talajok) 3–5 % között van. Ezek az adatok azt sugallják, *nélkülözhetetlen a klíma érzékenység enyhítésében oly fontos szervesanyag védelme*.



1. kép. Hová folyjon a földről, ha az árok is tele van?

A talajok vízgazdálkodása idénytől függetlenül fontos tényező. Jó vízgazdálkodású a talajok 31%-a, 26% közepes és 43% kedvezőtlen kategóriába tartozik. Nem könnyű elképzelni, de a talaj hazánk legnagyobb kapacitású lehetséges természetes víztározója, ideális esetben az évi csapadék kétharmada egyszerre beleférne (Várallyay–Farkas 2008). Ennek ellenére kialakulnak szélsőséges vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés, vízhiány) a csapadék szeszélyes területi és időbeli eloszlásának, a heterogén mikrodomborzatnak, illetve a sajátos talajviszonyoknak betudhatóan. Az alföldi nehéz mechanikai összetételű, nagy agyag- és duzzadó agyagásvány-tartalmú és szikes talajokon a természetes tulajdonságok, illetve gazdálkodással módosított állapot okán nem használható ki a felső 1 m réteg vízraktározó képessége. Azokon a talajokon, ahol az ún. vizes időszakban elmarad a természetes csapadék tárolása, gyakrabban lép fel az aszálykár. A talajminőség romlás, a természetésre kevésbé alkalmas állapot klímakár súlyosbító tényezők, mivel a tartós szárazság vagy az időszakos csapadék többlet kára kimutathatóan súlyosabb a fizikai és biológiai állapotukban degradált, tápanyagban szegény talajokon.

## 2.2. Hőmérséklet, csapadék

A térségünkben leggyakoribb, a növénytermesztés eredményességét korlátozó klíma jelenségek a csapadék bősége vagy hiánya, illetve – kritikus időszakokban – a túl alacsony vagy magas hőmérséklet. Magasabb átlaghőmérséklet esetén a növények fejlődése gyorsabb, emiatt vegetációs időszakuk lerövidül, s kevesebb biomasszát fejlesztenek. A légkörben a növekvő szén-dioxid szint (bizonyos határig) elősegíti a biomassza képződést, ezen keresztül növeli a termést (Veisz–Bencze 2008). Ellenben a több hőségnap, különösen, ha kritikus időszakban (pl. termésképzéskor) jelentkezik, kisebb biomassza képződést, minőség romlást von maga után. A tartós vízhiányt okozó aszály következménye ugyancsak kimutatható a termés mennyiségi és minőségi csökkenésében. A csapadékos időszakhoz, amennyiben hideg periódusokkal is nehezített, elhúzódó virágzást, gyenge magkötést, nagyobb betegség-hajlamot, vegyszer érzékenységet, elhúzódó érést, gyengébb terméshozamot és minőséget társíthatunk.

Az éveket, tenyészidőket a csapadék mennyiségétől függően osztályozzuk (Ruzsányi 1996). Ha októbertől a következő szeptemberig hullott csapadék összege legalább 20%-kal kevesebb a sokévi átlagnál, az év aszályos, ha ennyivel több hullik annál, mint amennyi elpárolog, akkor csapadékos. Aszályos évben termésvesztés bármely vetésidőjű növénynél bekövetkezhet, csapadékos évben legfeljebb akkor, ha kritikus időszakban lehűléssel érkezik a többlet. A csapadék rossz eloszlása többnyire kárfokozó tényező. A kevesebb csapadék jó eloszlása esetén a talaj művelése csak szakszerűtlenség esetén nehezebb. Lényeges, hogy a művelés eredetű talajállapot kárkeletkezésének kisebb a valószínűsége.

Amikor az októbertől márciusig tartó időszakban a csapadék 30%-kal kevesebb a sokéves átlagnál, a téli félév aszályos. Mivel a talajban tárolt, felvehető vízmennyiség kisebb, a növények vízellátását a tenyészidei csapadék határozza meg. Az őszen rögzösen szántott, elmunkálatlan talajok a tél folyamán is vizet veszítenek. A legfelső réteg nedvessége tavaszi elmunkáláskor és magágy-készítéskor sem egyenlítődik ki, vetési és kelési hiányok keletkeznek. A tavaszra hagyott alapművelés, a mélyebb bolygatással járó vízvesztés kötött talajokon okozhat behozhatatlan hátrányt. Az októberi, novemberi csapadék bőség a későn lekerülő növények (főleg a kukorica) betakarítását, majd

utána az őszi alaptermés elvégzését is nehezíti. A nedvesség miatt „szalonnás” szántások alatt óhatatlan kialakul az eketalp tömörödés, amely a talaj vízbefogadó és tároló képességét is rontja. A nedves talajon okozott károk – vízzáró réteg gyúrása a felszínhez közel – a kukorica után vetett őszi búza termés-esélyeit különösen akkor rontják, ha száraz időny következik. A sok csapadék a téli félév végén többször nem kedvező. A járhatóság állapotánál nedvesebb talajon lehetetlen időben elvégezni a magágy-készítést és a tavaszi vetéseket. Aki pedig „betartja” a vetésidőt, a taposási, gyúrási károk következményeivel nézhet szembe.



2. kép. Hófogásra jó, de a szántott réteg alatt tömör és elkent.

A nyári félév aszályos, ha a csapadék áprilistól szeptemberig az átlagosnál 30%-kal kevesebb. A nyári szárazság a főként hosszú tenyészidejű, őszi betakarítású növények (kukorica, cukorrépa, cirok, napraforgó, szója) termés biztonságát rontja. A veszteségek esős betakarítási időszakban tovább fokozódhatnak. A művelési időny nagyobb részében száraz talaj megmunkálása nehezkesebb, azonban a minőségbeli hibák nagy része elkerülhető; a száraz beérése, így apríthatósága is jobb, nem akadályozza a művelés. Ellenben az aratás után alkalmazott vízvesztő műveléssel a nyár végi és az őszi vetések sikere kerül veszélybe. A talaj természetes száradása és a szakszerűtlen művelés nedvesség vesztesége között ugyanis jelentős a különbség. A kisebb víztartalom ugyanakkor alkalmat ad a tömör gyökérszóna hatékony átlazítására. A csapadékos nyári félév hatását a víztöbblet fellépésének ideje, és a hőmérséklet is meghatározza. A „le-mosás és hűtés” virágzáskor egyértelműen kedvezőtlen, következménye a gyenge magkötés, és a termés csökkenés. A sok csapadék kárt okoz a talajokon is, túlüleped-nek, levegőtlennek válnak. A csapadékos talajvízszint megemelkedését is maga után vonja. Az áradások termőtalajokat is sújtanak, ugyanígy a mélyről (földalatti vizekből) feltörő ún. vadvizek is. A tartós vízpangás kára a tárolásra alkalmatlanság miatt még súlyosabb a fizikai állapothibás talajokon.



### 3. A talajművelés a klíma előrejelzések tükrében

A hosszú távú prognózis a 21. század második évtizedétől térségünkre enyhe és kissé csapadékosabb tél, meleg és száraz nyár, illetve szélsőséges csapadékeloszlás valószínűségét mutatja (Bartholy–Pongrácz 2008). A szélsőséghez több szeles és viharos nap járulhat.

Az *enyhe, csapadékos tél* alkalmat ad a talaj víztároló képességének kihasználására, ez a lehetőség elveszik, ha a talaj állapota befogadásra alkalmatlan. A talaj nedvességtároló képességének fenntartása és fokozása ezért kiemelt figyelmet érdemel. Megkésett, nedves talajon végzett művelések során azonban több állapothiba (gyúrás, tömörítés) keletkezhet. A szeles napok gyakorisága az őszi alpművelések őszi elmunkálására, a téli vízkímélésre irányítják a figyelmet. A tavaszi vetésű növények biztonságos termesztéséhez nagy szükség lesz az elővetemény után a talajban maradt nedvesség megtartására. A vízkímélésre, az aratás napjától kezdve minden lehetőséget ki kell használni. Alpműveléskor – bármely eszközzel végzik is – a víz talajba jutását elősegítő, a minél kisebb idényen kívüli veszteséget előidéző állapot kialakítása lesz okszerű. Vízbefogadásra és tárolásra képes, tömör rétegtől mentes talajállapotot kell létrehozni. A tenyészidei szárazság minél kisebb termésvesztéssel való átvészelésére mélyebb (40–45 cm) gyökérzóna adhat esélyt.

Az enyhébb tél a fagyhatás esetlegességét vetíti előre. Mint, ismert, a fagy a túl-művelt, elporosított talajok felszínét tovább aprózza, s ezek a kis frakciók nem képesek ellenállni a csapó esőknek vagy a viharos szélnek. Ezért az elporosított, a homok- és homokos vályog talajokon valóban fontossá válik a felszín tarlómaradványokkal való takarása. Az ősssel rögzösen szántott, nem degradált talajokon a fagyhatás hiánya lehetőleg őszi elmunkálásra kényszerít, ugyanis a 30 cm-nél nagyobb hant jól porhanyíthatóan nem képes átázni. A hantképzés sajnálatos oka a száraz és a tömörödött talajállapot, és a nyári, hiányos tarlóművelés. A kár megelőzés fontos lépései lesznek az őszi alpművelés és elmunkálás kombinálása, a rögzösdést előidéző körülmények kerülése, a hatékony, nem porosító rögaprítás, egyáltalán a szerkezetrombolás megelőzése.



3. kép. Hő- és eső-stressznek kitett takaratlan tarló felszín.



4. kép. A takaró alatt aszályos idényben (2009) is nedves talaj

A *meleg és száraz nyár* – mint már többször tapasztaltuk – rövidítheti a növények tenyészidejét, és csökkentheti a produktumot. A hosszabb tenyészidejű fajták kényszerítését aszálytűrő fajták, hibridek alkalmazásával lehet elkerülni. A gyomokra, víz-felhasználásuk miatt kiemelt figyelmet kell szentelni, mivel több gyomfaj aszály tűrése

jó, s maghozásuk ideje is lerövidül. Meg kell előzni a talaj gyommag készletének növekedését, amely kelésre kényszerítéssel, a kémiai és mechanikai korlátozási módok kombinálásával sikerülhet. A nyár a bolygatott talajok vízvesztésének kritikus időszaka. A hagyományosan vízvesztés fokozó művelések (elmunkálatlan nyári szántás vagy lazítás) helyett nedvesség- és szénkímélő eljárásokat okszerű alkalmazni. Aratás után nedvesség visszatartásra alkalmas, takart felszint célszerű kiképezni, szántás helyett pedig porhanyító-lazító műveleteket alkalmazni. Az energiaárak ugyan nyár végi, őszi vetések előtt a sekélyebb alpművelésre kényszeríthetnek, a klímakár csökkentés azonban a tömör, talp-mentes állapot elérésére készletet. A nyári szélsőséges csapadékeloszlás, a rövid, intenzív esős időszakok kára a talajok vízbefogadásának fenntartása, a felszín kiszáradásának, elporosodásának megelőzése útján védhető ki.

#### 4. Klímakár fokozó növénytermesztési szokások

A művelés célja korábban a talaj termesztésre alkalmas állapotba juttatása volt. *A növény vélt érdekeit tükröző szemlélet napjainkban nem tartható* (Birkás 2009). *A művelés feladata a talajminőség megkímélésén és a javításán keresztül a klíma eredetű veszteségek csökkentése.* A jó fizikai, biológiai és tápanyag kondíciójú talaj ugyanis bármely növény igényeinek megfelel. A kockázatsökkentésben első feladat a kárfokozó művelési szokások megismerése (Birkás 2010).

- *Mély, elmunkálatlan tarlóművelés vagy szántás.* A talaj nappal a bolygatás mélységéig felmelegszik, ezért a vízvesztés egy nyári hónap alatt 15–27 mm lehet, amely két hónap alatt, és szárazság esetén megkétszereződik (1. táblázat). Az így kiszáradt talaj később nagyobb (10–21%-kal) energiával munkálható meg, az árva- és gyomkezelés elhúzódik, s majd az őszi vetésekben okoz gondokat. A tarló mély művelése nedves talajon sem ajánlott, a hagyományos tárcsával összegyűrt talaj kiszáradva élettelen, elmunkálhatatlanná válik. A talajállapot javítás energia igénye 50%-kal lehet több a hiba nélküli műveléshez képest.

1. táblázat. Tarlóművelések különbségei

Szempontok/Kockázat	Hántatlan talaj	Sekély hántás, lezárt felszín (takarás 35–45%)	Mély hántás, nyitott felszín (takarás 0–10%)	Szántott talaj takaratlan, nyitott felszín
Vízvesztés	közepes – nagy	kicsi	nagy	igen nagy
Vízbefogadás	rossz	jó	jó	jó
Nedvesség tárolás	gyenge	igen jó	gyenge	igen gyenge
Biológiai élet	gyenge	kedvező	gyenge	gyenge
Talajszerkezet védelem	gyenge	igen jó	gyenge-közepes	igen gyenge
Hő-stressz a talajban	nagy	csekély	közepes-nagy	nagy
Szalmafeltárodás	nincs	harmonikus	közepes	gyenge
Művelhetőség javulás	elmarad	kedvező	gyenge	igen gyenge
Szénvesztés kg/ha/nap (friss művelés után)	1,4 – 3,2	3,6 – 4,2	5,7 – 12,0	15,8 – 28,2





5. kép. Eső-stressz nyomai mezősségi talajon  
– szervesanyag kémelés ajánlott!



6. kép. Tárcsatalp tömörödés  
– ásópróbával felfedhető.

- A nyáron betakarított növények után a *tarlóművelés elmaradása* vagy *megkésett elvégzése* a szalma eltávolítása esetén súlyos következményekkel járhat. A takaratlan talajt, mivel megfosztják a hőszigetelő és nedvesség visszatartó rétegtől, a hő- és az eső-stressz is sújtja. A klíma elemeknek kitett talajon az őszi alapműveléshez 20–30%-kal több hajtóanyagra van szükség. A takarás hiánya csapadékos nyáron sem szerencsés, a talaj túlülepedik, benne a biológiai élet ugyanúgy kedvezőtlen, mint a kiszáritott változatban.

- A *felszíntakarás hiánya* a nyári hónapokban védtelenné teszi a talajt a hőséggel és a csapó esőkkel szemben. A klasszikus „feketére művelt” tarló törekvés a szélsőséges klíma okán vált kockázat növelő tényezővé.

- A *talajállapot elhanyagolása* súlyos mulasztás. A művelési hiba eredetű vízzáró tömör (talp) rétegek 10, 15, 20, 25 cm alatt, továbbá 5–10–15 cm kiterjedéssel, egyaránt fokozzák az aszály- és a belvízkárt.

- A *talajállapot* – adott esetben a termesztési kockázat – *ismeretének hiánya* a *termesztési kilátások túlbecsüléséhez* vezet aszályos és csapadékos idényben is. A hiba fel nem ismerése ráadásul a súlyosbodás veszélyét vonja maga után.

- Kevéssé elismert hiba a *talajszerkezet* rombolása, rögzítés, vagy porosítás előidézése a műveléshez alkalmatlan nedvességnél. A rögzösséget további – rendszerint porosító – műveletekkel kísérelik meg csökkenteni. Az elporosodott talaj átázáskor eliszapolódik, kiszáradva pedig cserepesedik; ezek a jelenségek termesztési veszteséggel járnak.

- A *szántás* alapvető művelési eljárás, ezért gyakran elvégzik akkor is, ha a talaj nedvessége arra alkalmatlan. Szárazság esetén rög- és hantképzés, nedves talajon a gyúrás és kenés következik be. A nedvesen szántott talajban kialakult vagy vastagított eketalp a későbbiekben vizet át nem eresztő réteggé válik klímakár fokozó tényezővé. Az őszi hantokban hagyott talaj a tél folyamán egyenetlenül ázik be, kora tavasszal foltosan szikkad, emiatt nagyon nehéz jó magágy minőséget elérni. A szántott talajok felszíne az enyhe és szeles téli időszakban vizet veszít, ezért kockázatos – a kivételektől eltekintve – az őszi elmunkálás elmaradása. A kivételek a nagy nedvesség (amikor a talajon járás is nehézkes), a vízelöntés veszélye, a fokozott víz- és szélérózió veszély lehetnek. Az őszi szántott talajok tavaszi elmunkálásakor a sietség, a járhatóság és az elmunkálhatóság nedvességének figyelmen kívül hagyása a szerkezet károsodásához, a bolygatás alatt tömör réteg kialakulásához vezet.

- Hiba a *tömör eketalp réteg átmunkálására szolgáló lazítás* megkísérlése hántatlan tarlón, kiszáradt talajon. Ekkor a lazítás 15–25%-kal több energiába kerül, ráadásul a talaj rögzösödik, így nehezen elmunkálható, nagy vízvesztő felszín alakul ki. A talaj csak nagyobb esők után ázik be, de az elmunkálás elsietése a visszatömörödés veszélyét hordozza. Nem szerencsés a nedves talaj lazítása sem, a tömör talp nem reped át, így a talaj klíma érzékenysége sem enyhül. Az így felhasznált hajtóanyag a veszteségekhez írható.

- *Kockázatot hordoz szántás és lazítás elmunkálása a 10 cm alatt nedves talajon ún. talpképző eszközzel (hagyományos tárcsával).* A talajba süppedő eszközzel ugyanis „megfelezik” a lazult réteg mélységét, emiatt a gyökerezéshez csak az elmunkálás mélysége marad meg. A mélyebb alapterületre fordított energia is veszteségként jelentkezik.

- *Sekélyművelést, ugyancsak sekélyművelésben részesített elővetemény* után esetenként kényszer takarékoságból, többnyire a talajállapot túlbecsülése folytán alkalmaznak (hagyományos tárcsával). A kedvezőtlen talajállapot kedvező időnyben alig észrevehető, 1–5%, de száraz időnyben 20–35% (súlyos esetben közel 50%) termésvesztést okozhat. Ráadásul a „talpképző” sekélyműveléseket követő évben a mélyebb műveléshez 20–25%-kal több energiára lesz szükség.

- *A magágy-készítés, a vetés előtt több nappal elvégezve* a bolygatott réteg vízvesztését vonja maga után. A vízvesztés miatt elhúzódó kelés száraz tavaszi időnyben nagy kockázat. Különösen a kapás növényeknél kell az egyenletes kelés érdekében jól időzíteni a két munkát.

- A tavasszal sokszor nedves talajon tipikus hiba a *magágy alatti réteg túltömörítése*, ezáltal a vízforgalmat, és a gyökerezést korlátozó tömör réteg kialakítása a felszínhez közel. Ha az időny kezdete száraz, kelési, fejlődési hibák lépnek fel, ha pedig az időny vége száraz, kényszeréréssel kell számolni.

- A talajok ülepedési, tömörödési hajlama, művelhetősége szoros összefüggésben van szervesanyag tartalmukkal. A 2009. évi szárazság, és a 2010. évi sok csapadék legtöbb kárt és veszteséget az eredetileg, illetve a gazdálkodással előidézett alacsony szervesanyag tartalmú talajokon okozott. Éppen ezért a *szervesanyag reciklikáció megvalósítását*, a tarlómaradványok ipari célú eltávolítását súlyos klímakár fokozó beavatkozásnak kell tekintenünk.

- A megváltozott körülményekhez *alkalmatlan művelő eszköz használatot* is a mulasztások közé célszerű sorolni, mivel a leggyakrabban használt ágyeke és a hagyományos tárcsa a száraz, és a nedves talajokon is kárt okoz (jóllehet, használóik nem képesek vagy nem akarják felismerni).

- *A talajok hiányos tápanyag-ellátottsága* a növények nagyobb vízigénye, rosszabb vízhasznosítása, a gyomokkal való versengésben háttérbe szorulása miatt kockázat.

- *A klímához nem igazodó növényvédelem* a növények energiavesztésének növekedése, hő- vagy víz-stresszel szembeni érzékenységének fokozódása folytán sorolható a klímakár fokozó tényezők közé.

- Nem megnyugtató a klíma szélsőségek következményeinek figyelmen kívül hagyása, a nehéz helyzetekre való felkészülés elodázása, a bajok tehetetlen nyugtázása.

## 5. Klímakár enyhítés – lépésről lépésre

A termesztési beavatkozások akkor járulnak hozzá a klímakár veszteségek csökkentéséhez, ha azok elsődlegesen a talajra (nedvességére, szerkezetére, szervesanyagára) kedvezőek. A teendőket az alábbiakban sorakoztatjuk fel.

- A nyári művelések mélységén, módszerein változtatni kell, mivel a korábbi gyakorlat láthatóan nem alkalmas a klímakárok csökkentésére. A nedvesség és talajminőség megkímélése érdekében sekély, takart és lezárt felszint hagyó tarlóművelés az okszerű (2. táblázat). Amikor a szalmát alom célra eltávolítják, alig marad takaróanyag, a talajok felmelegedését és kiszáradását a felszínükön 4-5 ujjnyi porhanyó, laza szigetelő réteg létrehozásával mérsékelhetjük.

2. táblázat. A nyári talajművelés és a várható klíma kockázat közti összefüggés

Talajművelési eljárás	Felszín elmunkálás	Talaj vízvesztesége	Klímakockázat nyár végi vetéskor
Mélyszántás	van	közepes	közepes
	nincs	nagy	erős
Mélylazítás	van	közepes	közepes
	nincs	nagy	erős
Mulcs-hagyó művelés	van	csekély	kicsi

- A betakarításkor megszűnt árnyékolást új védő réteggel kell pótolni, erre a jól zúzott és jól terített tarlómaradványok néhány napig alkalmasak. Ha kevés a maradvány (pl. borsó után bármely évben, kalászosok után száraz idényben), s a zúzás, terítés is kifogásolható, sekély tarlóműveléssel rövid időn belül porhanyó, szigetelő réteget kell kialakítani.

- A nyáron bolygatott talajok védelmét a felszín 35–45 % takarásával lehet elérni. A takaró a hő- és csapadék-stressztől, a kiszáradástól, és a biológiai élet visszaesésétől óvja a talajokat. A talaj és szalma keverék, a mulcs nem csak szalmakalap, hanem esőköpeny is. A takaróanyag a kritikus hónapok elmúltával a talajba juttatva szervesanyagként hasznosul.

- A talajállapot ismeret hiánya sajnálatosan, és indokolatlanul biztonságérzetet kelt, ezért a rendszeres talajállapot ellenőrzés a nagy értéket képviselő növények tábláin, illetve az utóbbi 5 évben belvíz- és aszály sújtotta területeken elengedhetetlen. A feladathoz könnyen elsajátítható módszerek állnak rendelkezésre (botszonda, ásópróba, művelhetőség próba).

- Az ellenőrzéskor feltárt talajállapot hibák időbeni javítása segít a veszteségek elkerülésében. A tarló fázisban felismert tömör talp az alapműveléssel még javítható, de a magágy-készítés után feltárt hibát csak a következő idényben lehet enyhíteni.

- A talaj vízbefogadását, s a nedvesség gyökérszónába áramlását akadályozó tömör állapotot meg kell szüntetni, helyre kell állítani a talaj harmonikus nedvesség forgalmát. A szélsőséges klíma a nedvesség tárolásának folyamatosságát, a minél jobb vízbefogadás, és minél kisebb veszteség elérését kényszeríti ki. Mély termőrétegű talajokon 25-28 cm (kalászosok, borsó), illetve 40-45 cm (repce, kukorica, napraforgó) lazult réteg mélység nyújt nagyobb biztonságot.

- A vízvesztés csökkentése bármely alapművelési mód alkalmazásakor szükséges. Az enyhébb őszi és tél az őszi alapműveléseknél a nedvesség kímélés kiterjesztését okszerűsíti, minél kisebb párologtató felületet kell hagyni. Jó elvárás, hogy a felszínre jutó víznek minél nagyobb hányada jusson a talajba (felszíni elfolyás, párolgás csökkentése), a talajba jutó mennyiségből minél több tárolódjon (vízraktározó képesség növelése), a talajban raktározott vízből minél több álljon a növények rendelkezésére.

- *Kis vízvesztő felszín kialakítása* bármely időben, de különösen a nyáron okos, vagyis a bolygatott talajt hengerrel kell zárni. Az egyengetett talaj befogadja a csapadékvizet, ugyanakkor kevesebb nedvességet veszít az enyhe és szeles téli napokon. A száraz rögzös talaj nagy felülete vízvesztő, ráadásul a csapadék felvétele is rosszabb. Ezért a nagy hantokat nehéz szeletelő hengerrel kisebbiteni kell, egyúttal a bolygatott talajba nyomni, jobb feltételeket teremtve így a beázásukhoz. A rögzös-hantos „hófogásra hagyott” talaj vízvesztése, száraz tél után a tavaszi vetéseket veszélyezteti. Az őszi kivételek között van a nedves talaj, ugyanis a műveléssel okozott kárt az elmunkálás is fokozná. Később, a gépmozgásokra alkalmassá vált talaj felszínét – függetlenül az évszaktól – kisebbiteni célszerű. A nagy agyagtartalmú, szalonnásan szántott réti talajon a téli vagy kora tavaszi elmunkálás csak a felszín pirkadását követően tanácsos, lehetőleg olyan eszközzel, amely nem gyúrja össze a szántott réteg közepét. A szerkezet nélküli, a kémiai hibás, vagy a kis humusztartalmú talajokon a szántások felszínének csökkentése csak durva egyenetlenségek esetén ajánlatos. A tavaszi szelek szárító hatását azonban meg kell előzni. Az eke nyomán omlékony talajra, ha a felszíne egyenletes, nem tanácsos kora tavaszig rámenni. Régi tapasztalat, hogy a jól művelhető talaj jól el is munkálható. Érdemes megtanulni, hogy a bolygatott talajokon nyáron és tavasszal egyengetés (hengerrel) és tömörítés, ősszel, az áttelelés előtt csupán az egyengetés okos.

- Nedves talajon jó okkal *nem szabad használni az ún. művelő-talp képző eszközöket* (eke, hagyományos tárcsa, szárnyas művelő-elem); a vizet át nem bocsájító tömör réteg talajba gyúrása klímakár fokozó tényező. Ismerni kell adott talaj járhatóságának és művelhetőségének nedvességét, s csak próba után döntenünk valamely talajmunkáról (Birkás 2010).

- Fontos kár megelőzési fogás – mivel csökkenthető a talp-képzés veszélye – az *alpművelési mélység, illetve a talpképző és lazító eszközök váltogatása*.

- *Meg kell előzni* a rögzösödéshez és porosodáshoz vezető körülményeket, amely azt jelenti, a kiszáradt talajt kíméletesen, és fokozatosan szabad bolygatni. A morzsaépülés feltételei a talajszerkezet, a nedvesség, a szervesanyag megóvása, továbbá az aktív földigiliszta tevékenység. A nedves talajt, többek között a „szalonnás” hantképzés miatt nem ajánlott művelni.

- A talaj klíma érzékenységének csökkentése megköveteli, hogy a tápanyag ellátottságának, és az *előírásoknak megfelelő trágyázási módot, és trágya adagot alkalmazzanak a megengedett időszakban*.

- A kártevők, kórokozók és gyomok *korlátozása* a klímakár veszteségek enyhítése miatt is szükséges. Fontos a feladat a károkozók felismerése, a kármegelőzés, és a hatásos (vegyszeres, mechanikai, biológiai, kombinált stb.) korlátozás.

- *A káresemények dokumentálása, a kár okok objektív vizsgálata* az újabb mulasztások elkerülését, a védelem hatékonyabb felkészülését segíti.

- *A művelés, a gazdálkodás fontos célja a szervesanyag megkímélése*. Tudni kell, a szervesanyag pótolhatatlan a nedvesség visszatartásában, a morzsaképződésben, a könnyebb művelhetőségben (kötött agyagokon is), a klímával szembeni kisebb érzékenységben. Nem ajánlott a tarlómaradványok eltávolítása, amikor az istállótrágyázás és zöldtrágyázás is korlátozott. A most még optimális szervesanyag tartalmú talajokat ugyanúgy kímélni kell, mint azokat, amelyek már szervesanyagban elszegényedtek (Birkás, 2008). Javaslatok a szervesanyag- és szénkíméléshez:

- Szántani, ha súlyos indok nincs, 2-3-4 évente lehet. Minőségét a talaj nedveségéhez alkalmazkodással, elmunkáló-elem kapcsolással javítani lehet, így a szántott talaj szén-dioxid kibocsátása és szénvesztése is alacsony marad.
- Kerülni kell a talaj rögzítését, mivel adott időben jelentős vízvesztést, több év alatt a nagy szénvesztést okoz, előre vetítve a talajkondíció romlását.
- A tavaszi, nyári és nyár végi művelési idő a talaj biológiailag aktív időszak. Ekkor az aerob (sok bolygatás) vagy az anaerob (tömörödés, gyúrás, kenés) mikroba tevékenységet túlzottan fokozó talajmunkát ésszerűen kell korlátozni; a szénvesztés növénytermesztési szempontból sem kívánatos.
- A hosszabb ideje folytatott kímélő talajhasználat a humusbontó folyamatok ésszerű szabályozásán, a szervesanyag fogyás mérséklésén keresztül járul hozzá a talaj klímával szembeni érzékenységének csökkenéséhez.

## 6. A vízkárt szenvedett talajok gyógyítása

A 2010. csapadékos évben a hazánkban eddig ritkább víztöbblettel összefüggő károk kaptak nagyobb figyelmet. Az eső-stressz egész évben sújtotta a talajokat, nem várt módon ülepítette, a morzsásodásban oly fontos kolloidokat kilúgozta, a N-tápanyagot mélyebbre mosva indukált a növényállományokban hiányt; ahol nem volt árvíz, ott is megemelkedett a talajvízszint, és ott tört fel, ahol sok éve színét sem látták; a vízállások miatt kora tavasztól ősziig maradtak vetetlen területek, az őszi eleji esők után számos helyen az új vetések is kipusztultak. Aratatlan táblarészek decemberben is előfordultak, s nem is kis számban. A viharok, jégverések dúlását nem csak a termények, hanem a talajok is megszenvedték. A kárenyhítés szükséges, a feladatok nem csupán a gazdálkodónál jelentkeznek. A természeti eredetű magas talajvíz szintet a gazdálkodás eszközeivel nem lehet változtatni. A talaj víznyelését befolyásoló tényezők közül agyagtartalom nem, a kötöttség közvetett módon, rendszeres szervesanyag juttatással enyhíthető. A talaj tömör vagy poros szerkezete gazdálkodási hiba, a javítás, művelési módszerekkel a vízbefogadás, -vezetés és tárolás érdekében szükséges. A víztöbbletnek az a része pillanatnyilag felesleges, amelyet a jó állapotú talaj sem képes tárolni.

### 6.1. Térségi és országos feladat

- A pangó víz a földeken a természetét alapvetően akadályozó tényező, elvezetése és biztonságos tárolása országos, és kistérségi megoldások összehangolását kívánja.
- Célszerű lenne a vízkáros területek – megjelölve igen súlyos, súlyos, közepes – feltérképezése, dokumentálása egy majdani hasonló helyzet kezelése, vagy ún. térségi mentesítési terv megvalósítása érdekében.
- A tartós vízborítás, a technológiával kapcsolatos taposási terhelések, és a kényszer-művelés által okozott károk csökkentését éves – és ahol szükséges – térségi programmá kellene tenni. A kárenyhítési program fontos feladata a talajok szervesanyagának kímélése. Jó, javuló szervesanyag kondícióba hozott talajon a víztöbblet és a vízhiány ellen is hatékonyan tudunk védekezni.
- Az ekével, hagyományos tárcsával okozott károk a nedves talajt kíméletesebben művelő eszközök használatára, beszerzésük támogatására irányítják a figyelmet.



## 6.2. Gazdálkodási feladatok

A víz többlet elvezetése, levonulása után a talaj minőségét javítani, termesztésre alkalmassá kell tenni. Erősebb gyomosodásra lehet számítani, a víz sok gyom magját nem pusztítja el, s a területre újabakat sodor. A gyomok vízfogyasztását nem szabad figyelmen kívül hagyni.

A talaj megújulása a kár mértékétől függően hosszabb, vagy rövidebb folyamat. Talajszerkezet- és talajélet kímélő műveléssel a fizikai és a biológiai hátrány enyhül. Okszerű a bolygatás mélységében nem, vagy alig tömörítő eszközök használata. A morzsaépüléshez több idény, szerkezet- és szénkímélő művelés szükséges. Olyan alpművelési, elmunkálási módszert kell választani, amellyel a lehető legkevesebb kárral, és a talaj egyidejű levegőztetésével közel magágy minőséget lehet elérni. A talajt csavart késes, vagy véső alakú késekkel és porhanyító-elemekkel ellátott kultivátor kíméli leginkább. A művelő-elemek közül a forgóelem, a barázdaszeletelő henger, a rugós, szeletelő-hengerrel kombinált simító vehető figyelembe. A talaj vetéskor is sérülékeny, a szokottnál több figyelmet kíván.

A vízkárt szenvedett talajok újbóli termesztésre alkalmasságának visszaállítása az alábbiak megfontolását tételezi fel:

- Legfontosabb a kár enyhítése, az újabb károkozást meg kell előzni.
- Tilos minden olyan beavatkozás, amely a talaj regenerálódását megakasztja: a mély és elmunkálatlan tarlóművelés, a nyári szántás, a kenő-gyúró őszi szántás.
- Kevesebbet tapossák a talajokat, csak akkor járjanak rajtuk, s csak akkor műveljék, ha nedvességtartalmuk azt lehetővé teszi.
- Aratás után a talajállapot javító mélyebb alpművelés előfeltételét sekély, mulcshagyó tarlókántással okszerű megteremteni.
- A 2010. tenyészidőben a talajokba gyúrt tömör, vízzáró réteg átlazítását hántott tarlón végezzék el, és akkor, ha a legfelső (hántott) réteg biológiai szempontból aktívvá vált (a morzsásodásból, a földigiliszta tevékenységből lehet erre következtetni).
- A művelési rendszerben a fokozatos mélyítés elvét kövessék, vagyis a tarlóművelés legyen sekély, az ápolás kissé mélyebb, az alapozó művelés a tömör rétegnél mélyebb – így mélyíthetik a biológiailag aktív réteget.



7. kép. 2010. őszen felértékelődött a talaj kultúr állapotát kímélő kultivátor



8. kép. Sekély gyökerezés a felszínhez közeli tömör réteg fölött – aszályos idényben nagy kockázat.

- A felszínvédelem idejét ajánlatos az alapozó művelés utáni időszakra is kitolni, a nedvesebb talajt kímélően megmunkáló kultivátorok nyomán megmarad a felszínen a védő takaró.
- A szervesanyag és talajszerkezet kímélés minden művelésnél elengedhetetlen, a tarlóműveléstől a vetésig bezáróan.
- A talajok állapotának pontos ismerete a művelési döntéseket segíti, táblaszintű talajállapot ellenőrzés ajánlott tarlóművelés, alpművelés, vetés után és növényállományban is.
- A károsodott talaj megújulását segítik a tarlómaradványok, az istálló- és zöldtrágya, és a hígtrágya. A tarlómaradványok energetikai célú eltávolítása általában sem, a vízkárt szenvedett talajokon egyáltalán nem ajánlott.

## 7. Oktatás, szaktanácsadás, felvilágosítás

Mivel a szántóföldi termesztés jövőbeni lehetőségeit nagy valószínűséggel a klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás szintje fogja bővíteni, vagy korlátozni, szükségzerű az alkalmazkodás módszereinek és fogásainak, a nagyobb térségeket is érintő feladatok meghatározásának minden réteget érintő megismertetése és megtanítása.

Magyarországon intézményi keretek között folyik növénytermesztés oktatás (felső-, középfokú), a gazdálkodók számára különböző szervezetek, hivatalok végeznek termesztési szaktanácsadást, mindezek ellenére hiányzik a szaktudás értékéhez mért megbecsülése. A növénytermesztés és gépesítés területén hiányzik a szakmaszerető, képzett munkaerő, aki a talajra, növényre, munkagépre nem munkadarabként és letudható feladatként tekint. A régiók középfokú intézményeinek megerősítése, azok helyi és speciális szakmai funkcióinak rehabilitálása is szükséges. Az oktatási intézmények, kutatóintézetek feladata a felsőfokú képzés, a gyakorlat felemelkedését is segítő tudományos kutatás, ezek eredményeinek széleskörű terjesztése, s az erre hivatott szervezetekkel karöltve a klímaváltozásra felkészítő szaktanácsadás és ismeretterjesztés.

## Irodalom

- Bartholy J.–Pongrácz R. 2008: Regionális éghajlatváltozás elemzése a Kárpát-medence térségére. In: Harnos Zs.–Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadóház, Budapest, pp. 15–54.
- Birkás M. 2008: Kinek fontos, mi lesz a talajainkkal? Agroforum, 19. 9. pp. 33–35.
- Birkás M. 2009: A klasszikus talajművelési elvárások és a klímakár csökkentés kényszere. Növénytermelés, 58. 2. pp. 123–134.
- Birkás M. 2010: Talajművelők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Michéli E.–Várallyay Gy.–Pásztor L.–Szabó J. 2003: Land degradation in Hungary. In: Jones, R. J.A.–Montanarella, L. (eds): The JRC enlargement action. Land degradation. JRC, pp. 198–206.
- Ruzsányi L. 1996: Az aszály hatása és enyhítésének lehetőségei a növénytermesztésben. In: Cselőtei L.–Harnos Zs. (szerk.): Éghajlat, időjárás, aszály. Akaprint, Budapest, pp. 5–66.
- Várallyay, Gy.–Leszták, M. 1989: Map susceptibility of soils to physical degradation. In: National Atlas of Hungary, 1989, HAS, Budapest
- Veisz O.–Bencze Sz. 2008: A klímaváltozás hatásai a kalászosok biomassza-termelésére és betegségeire. In Harnos Zs.–Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadóház, Budapest, pp. 167–200.
- Várallyay Gy., Farkas Cs. 2008: A klímaváltozás várható hatásai Magyarország talajaira. In: Harnos Zs.–Csete L. (szerk.): Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadóház, Budapest, pp. 91–129.





# SZÉLSŐSÉGES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEK EGYIK LEHETSÉGES TALAJTANI KÖVETKEZMÉNYE AZ ALFÖLDÖN: DEFLÁCIÓ OKOZTA TÁPANYAG VESZTESÉG BECSLÉSE CSERNOZJOM TALAJAINKON

Farsang Andrea – Barta Károly – Bartus Máté – Négyesi Gábor – Szatmári József\*

## 1. Bevezetés

A globális klímaváltozás, felmelegedés előrejelzései számos kérdésben lényegesen eltérnek, egy pontban azonban a vélemények megegyeznek, miszerint *a szélsőséges időjárási helyzetek valószínűsége, gyakorisága, mértéke, tartama egyaránt növekedni fog* (Mika 1996, Várallyay 2008, Láng et al 2007, Nováky 2007). Ennek számos kedvezőtlen gazdasági, környezeti, ökológiai és szociális következményével kell szembenéznünk. Bármely szélsőséges időjárási helyzet kialakulásával, az éves csapadékmennyiség csökkenésével vagy növekedésével is számolunk a jövőben, következményként megnőhet a talajok ár- és belvíz, valamint aszályérzékenysége. A hőmérséklet, valamint a felszínre érkező csapadék mennyiségének, eloszlásának és intenzitásának változása jelentősen befolyásolhatja a talaj hő-, víz- és tápanyagforgalmát, tehát termékenységét is (Hernádi et al 2008).

A szélsőséggé vált klíma (hő- és csapadékstressz) ráirányította a figyelmet az eddigi, talajra nézve inkább káros talajművelési gyakorlat hibáira. A globális klímaváltozás folyamatának, tüneteinek felismerésétől a talajművelésnek fontos feladata többek között a nyári talajművelés klímakockázatának csökkentése is, a hő- és csapadékstressz, a vízvesztés, a kiszáradás ellenszereinek kidolgozása és alkalmazása (Birkás et al 2010). A kutatások rávilágítanak, hogy a korábban a célként kitűzött növénynek kedvező talajállapot (pl. poros magágy) kialakítása hosszú időszakot vizsgálva káros eredménnyel járhat, hiszen növeli a szerkezetromlás, az elporosodás, s a defláció érzékenység veszélyét. A VAHAVA jelentés kapcsán (Láng et al 2007) fontos talajvédelmi előrelépés történt, hiszen *a talaj minőségét, klímaérzékenységét a növénytermesztés jövőbeni esélyeit alapvetően meghatározó tényezők közé sorolták.*

A talaj elemforgalmát a mezőgazdaságilag művelt területen számos tényező befolyásolja (Farsang–Barta 2004). A tápanyagtőke csökkenése elsősorban a termesztett növények elemkivétele, valamint a kilúgozási folyamatok révén következik be. Az intenzív talajművelésnek és nem megfelelő agrotechnikának, valamint a klímaváltozás eredményezte *szélsőséges időjárási helyzeteknek köszönhetően* azonban a talajok tápanyagmértékében *egyre jelentősebb komponens lehet a kora tavaszi növényborítás-mentes időszakban a defláció általi elhordás is.* Ez jelentős részben a homok fizikai féleségű talajokat érinti, de az intenzív talajművelés következtében leromlott, porosodott szerkezetű csernozjom talajok is egyre inkább veszélyeztetettek (Birkás et al 2010). Neemann (1991) becslései szerint egy erős szélesesemény alkalmával talajtípustól és a feltalaj tápanyag tartalmától függően akár 10–162 kg ha<sup>-1</sup> N, 30–246 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 27–237 kg ha<sup>-1</sup>

\* Dr. Farsang Andrea egyetemi docens, PhD, Dr. Barta Károly egyetemi adjunktus, PhD, Dr. Szatmári József egyetemi adjunktus, PhD, Bartus Máté geográfus hallgató,

SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged.

Dr. Négyesi Gábor tanársegéd, PhD, DE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen

$K_2O$ , 35–210 kg ha<sup>-1</sup>  $MgO$  és 115–642 kg ha<sup>-1</sup>  $CaO$  hatóanyagban kifejezett tápanyagvesztés is sújthatja a mezőgazdasági területeket. Rendkívül fontos gazdasági és környezetvédelmi tényezőről van tehát szó, ha meggondoljuk, hogy Magyarországon a potenciális szélrózsiós veszélyeztetettség alapján az ország területének 26,5 %-a erősen veszélyeztetett, míg a közepesen veszélyeztetett területek aránya meghaladja a 40%-ot (Lóki 2003).

Bár több kutatás is megerősíti, hogy deflációs károk nem csupán a homokterületeket érintik, hanem más, homokos vályog, vályog fizikai féleségű talajokon is jelentős károk keletkezhetnek (Lóki–Szabó 1996, 1997, Lóki 2000, 2003, Bach 2008), a nemzetközi kutatások mégis elsősorban az arid, szemi-arid területek homoktalajaira koncentrálnak (Van Donk–Skidmore 2001, Marsi et al 2003), Magyarországon pedig az Alföld futóhomok területei álltak a vizsgálatok központjában (Borsy 1972, Lóki–Schweitzer 2001, Mezösi–Szatmári 1998, Mucsi–Szatmári 1998, Szatmári 1997, 2005). Jelen kutatás központjába Magyarország alföldi csernozjom talajú területeinek vizsgálatát helyeztük abból a szempontból, hogy az agronómiai szerkezeti tulajdonságaik alapján milyen klíma-stressztűrő állapotot mutatnak (Birkás et al 2010), valamint a feltalaj szélrózsió általi pusztulása milyen tápanyag áthalmozást, veszteséget okoz.

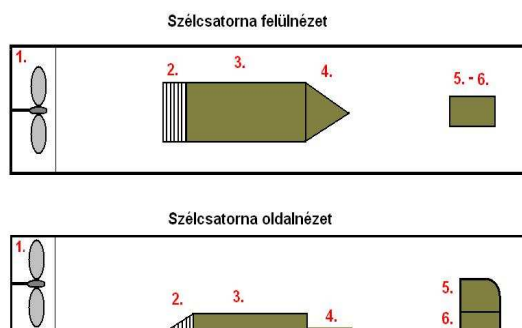
## 2. Anyag és módszer

Vizsgálati területként Csongrád megye DK-i részén, a Marosszög és a Csongrádi sík kistájakon, jó minőségű csernozjom területein választottunk ki három parcellát. A három mintaterület Csanádpalota, Csordakút és Apátfalva községek mellett található. A mikroaggregátum összetételi vizsgálatot száraz szitálással végeztük (Buzás 1993). A szélcsatornás kísérletek elvégzéséhez az optimális talajnedvességi és szerkezeti állapot bekövetkezése után mintaterületenként 300–350 kg talajmintát gyűjtöttünk be a felső 5 cm-es rétegből. A kísérleteket a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszékének a szélcsatornájában végeztük.

A szélcsatorna teljes hossza 12,3 m, szélessége 0,8 m, magassága 0,5 m. A szél mozgását egy 12-LE-s villanymotor generálja. A szél sebessége 0–6 m/sec (0–57,6 km/h) között változtatható, a szélesebbeséget 0,1 m/sec (0,36 km/h) pontossággal lehet beállítani. A szállított hordalék meghatározását a csatorna végén középre beépített, 5 cm széles üledékcspadák segítik. Az alsó (I. fogó) a 0–10 cm magasságtartományban az ugráló-gördülő szemcséket, a felső (II. fogó) a 10–40 cm között a lebegő részecskéket gyűjti. Az egyes mintáknál a kritikus indítósebesség meghatározásához fényvető segítségével kialakított 70 cm hosszú, 1 cm széles erős fénysávot használtunk.

A terepen 5 cm vastagságban „lenyesett” mintát szárítottuk, majd 2 mm-es szitán engedték át. Ezt követően 30x50 cm felületű, 5 cm mélységű fémtálcákba helyeztük úgy, hogy a talajminta felszíne az edény felső peremével azonos magasságban legyen. A kísérleteket négy sebességfokozaton (12, 13, 14, 15 m/s) három ismétlésben végeztük.

Minden kísérlet elején és végén megmértük a minta tömegét, így határoztuk meg az erodált anyagmennyiséget. Minden mérés 15 percig tartott. Az egyes mintaterületekről érkezett talajok esetében megmértük a küszöbsebességet és a szélprofil meghatározása céljából, különböző magasságban a szél sebességének értékeit. Még a fújtatás előtt minden egyes minta felszínéből mintát vettünk (1. ábra 3-as), s ez képezte az alapmintát, amelyhez viszonyítottuk az összes többi minta eredményét a kísérlet során. A kísérlet végén a mintákat összegyűjtöttük az üledékcspadákból. A két csapdán kívül mintáztuk még a mintatartó tálca utáni szélárnyékban lerakódott üledéket is (1. ábra 4-es).



1. ábra. A szélcsatorna vázlata és a gyűjtött minták elhelyezkedése

1. a motor, 2. a rámpa, 3. mintatartó tálca, 4. a mintatartó tálca utáni szélárnyékban összegyűlt minta, 5. II. fogó (10–40 cm-ig), 6. I. fogó (0–10 cm-ig)

A talaj- és szediment minták vizsgálatai a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék Akkreditált Talaj- és Vízvizsgáló Laboratóriumában történtek. Az alább felsorolt vizsgálatokat a jelenleg hatályos Magyar Szabványok (MSZ-08 0205-78, MSZ-080458-80, MSZ 21470/81, MSZ 21570/52-83, MSZ-08-0206-2:1978) szerint végeztük: szemeloszlás vizsgálat, leiszapolható-rész (%), karbonát tartalom, pH (H<sub>2</sub>O), összes-só tartalom (%), humusztartalom (%), foszfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (mg/kg), nitrogén (mg/kg), kálium (K<sub>2</sub>O) (mg/kg). A talajszerkezeti vizsgálatokat száraz szítással végeztük.

### 3. A vizsgált csernozjom talajok talajtani jellemzői és klíma-stressz érzékenysége

A mintaterületeken vett átlagmintákkal jellemeztük a vizsgált csernozjom talajok talajtani jellemzőit. Az USDA rendszere alapján mind a három minta iszapos vályog fizikai féleségű. A minták további elemzéseivel megállapítottuk, hogy összes só tartalmuk alacsony, a legnagyobb mért érték 0,05%, a legkisebb 0,03% volt (1. táblázat). A pH-ja egyveretű, gyengén lúgos kategóriába esik. A karbonát tartalom a csanádpalotai mintákban a legkisebb (5,46%), ezt követi a csordakúti átlagminta (9,66%) és végül a legnagyobb az apátfalvi mintában (12,18%). Az összes-nitrogén tartalom esetében megállapítható, hogy az apátfalvi minta tartalmazza legkevesebb nitrogént (1240,0 mg/kg), ezt követi a csanádpalotai minta (1372,0 mg/kg), majd végül a csordakúti minta nitrogén tartalma (1463,0 mg/kg). Kálium tartalmuk 217,4 és 292,8 mg/kg között oszlik meg. A káliummal szemben az átlagminták foszfor tartalma nagyobb heterogenitást mutat, 199,6 és 289,4 mg/kg között változik (1. táblázat).

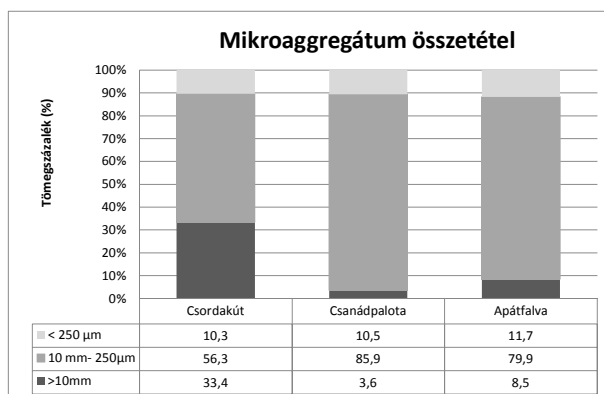
1. táblázat. A vizsgált csernozjom talajok talajtani és tápanyagtartami jellemzői

	Összsó tartalom (%)	pH	Karbonát tartalom (%)	Összes nitrogén tartalom (mg/kg)	Humusz (%)	K <sub>2</sub> O (mg/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)
Csordakút	0,04	8,3	9,66	1463,6	1,61	217,4	235,7
Csanádpalota	0,03	8,3	5,46	1372,1	1,41	292,8	199,6
Apátfalva	0,05	8,2	12,18	1240,3	1,75	223,3	289,4

A rendszeresen művelt talajra jellemző folyamatokról (morzsásodás, rögzösödés, vagy porosodás) a talaj agronómiai szerkezet állapota, vagyis a rög (> 10 mm), a mor-

za (0,25–10 mm) és a por (<0,25 mm) aránya tájékoztat (Buzás 1993). Amikor a por aránya 25–30%-nál több, érzékeny, degradált talajról beszélünk. A 75–80%-os morzsaarány jó klímastressz tűrő állapotra utal. A növekvő por- és rögarány (pl. 10-ről 30–40-50%-ra), valamint a csökkenő morzsaarány (pl. 70-ről 50–40%-ra) kockázatos, ill. igen kockázatos minősítést jelent (Birkás et al. 2010).

A száraz szítalással végzett mikroaggregátum vizsgálatokból kitűnik, hogy a három dél-alföldi csernozjom talajú mintaterületen a talaj az apátfalvi és a csanádpalotai mintaterületeken 80%, ill. azt meghaladó morzsaaránnal rendelkezik (2. ábra), miszerint a klímastressz tűrő állapotuk jó. A csordakúti minta azonban 30%-ot meghaladó rögaránnyal rendelkezik, ami már kismértékű degradálódásra, a klímastressz tűrési funkció csökkenésére utal.



2. ábra. A vizsgált csernozjom talajok mikroaggregátum összetétele

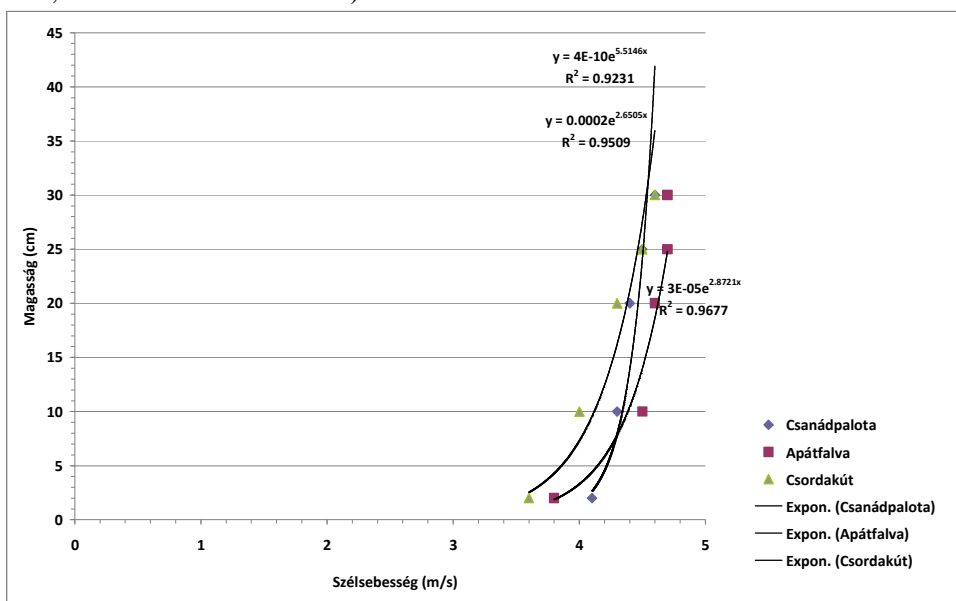
#### 4. Az erodált talaj-mennyiségének és fizikai tulajdonságainak elemzése

A szélerózió tanulmányozása szempontjából nagyon fontos a kritikus indítósebesség ismerete, mely jelen vizsgálatainknál 8 és 10,7 m/s között változott. A különböző talajok felett áramló levegő sebességét a felszín érdessége módosítja. A vizsgált talajok feletti szélesebesség értékeiből meghatározott szélprofil függvények a 3. ábrán láthatók. A függvények meredekségének eltérései a talajok mechanikai összetételével magyarázhatók. A három függvény közül a csanádpalotai minta szélprofilja a legmeredekebb, ami arra utal, hogy a felszíni sűrűlódás ennél a legkisebb, tehát a szemcsék közötti kohézió jelentős. Ezt igazolja a kritikus indító sebesség magas értéke is.

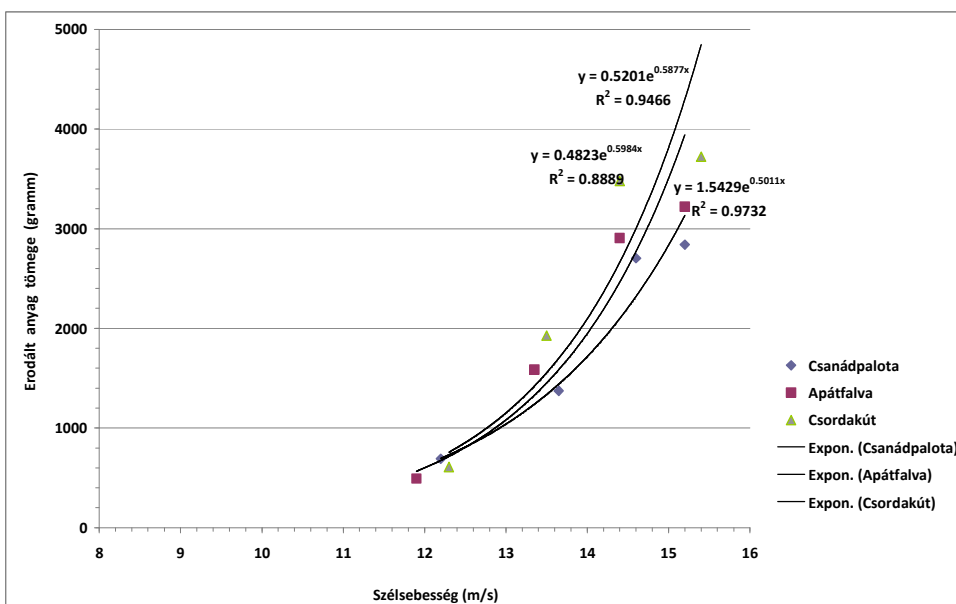
A szélerősség és az erodált anyagmennyiség között exponenciális kapcsolatot tapasztaltunk, ami arra utal, hogy a szélesebesség változásával gyorsan nő az erodálódott anyag tömege (4. ábra). A 12,0–13,0 m/s-os sebességtartományon átlagosan 600 g talaj erodálódott: a csordakúti és csanádpalotai mintákból 610 g ill. 690 g, míg az apátfalvi mintából 490 g. A 14,0–15,0 m/s-os sebességtartományon nőtt az erodált anyag mennyisége, a csordakúti minta esetében elérte a 3,4 kg-ot. A legnagyobb sebességfokozaton (15 m/s) a minták erodált mennyisége tovább nőtt: az apátfalvi és csordakúti minta esetében ~10%-kal, míg a csanádpalotai minta esetében pedig 5%-kal.

Az erodálhatósági mérések valamint a mechanikai összetétel eredményeit figyelembe véve úgy tűnik, hogy az egyes talajminták széllal szembeni ellenállását azok por

és durva iszap tartalma határozza meg, így a *talajok szerkezeti állapota, szerkezetének leromlottsága döntő a defláció veszélyeztetettségük szempontjából*. A legkisebb durva iszap tartalmú (ugyanakkor legnagyobb portartalmú) csordakúti mintánál mértük a legnagyobb erodálhatóságot. Itt hívjuk fel a figyelmet arra, hogy ezek a mért értékek ilyen fizikai talajféleségnél nagyon magasnak számítanak. Figyelembe véve, hogy ezen a területen található az ország egyik „éléstára”, ezek védelme (agrotechnológiai eszközökkel, mezővédő erdősávokkal) feltétlenül indokolt.

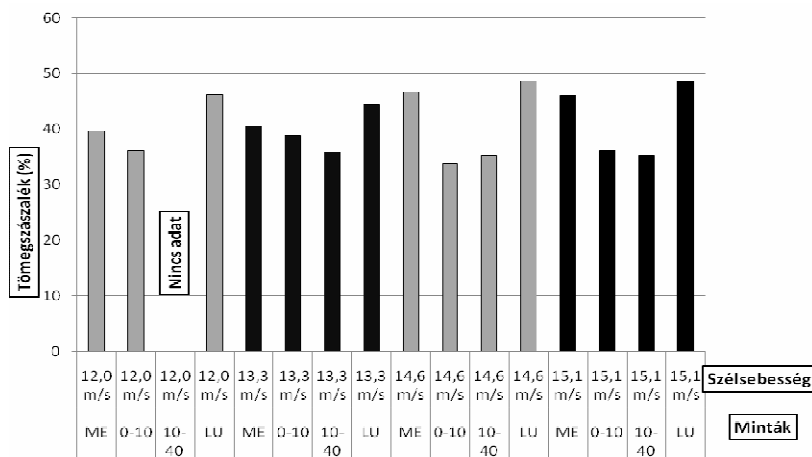


3. ábra. A vizsgált talajminták szélprofil görbéi



4. ábra. Az erodált átlagos anyagmennyiség (szélsebességként három ismételtes átlaga)

A 0–10 és 10–40 cm magasan elhelyezett csapdákban összegyűlt talaj mennyiségében jelentős különbség tapasztalható. A 10–40 cm magasan befogott anyagmennyiség 20–30%-a a 0–10 cm magasan elhelyezkedő csapdában felhalmozódott anyagnak. A szélerősség növelésével arányosan nő a csapdákban felhalmozódott talaj tömege is.



5. ábra. Apátfalvi minták leiszapolható mennyisége.

Magyarázat: ME= mérés előtt gyűjtött minták, 0–10= a 0–10 cm-ig gyűjtött minták (I. fogó), 10–40 = a 10–40 cm-ig gyűjtött minták (II. fogó), LU= láda után szedett minták)

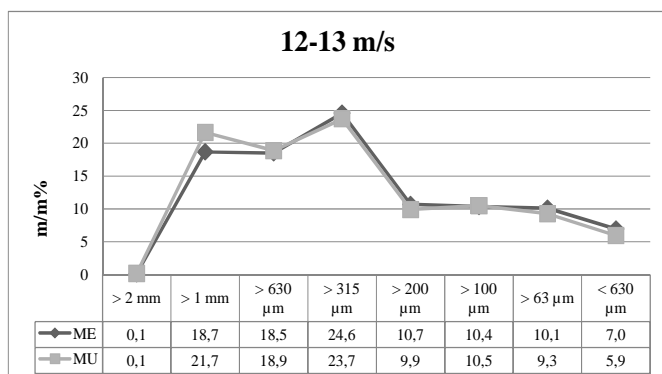
Az egyes csapdákban összegyűlt anyag szemeloszlását és szerkezetességét vizsgálva az a tendencia tűnik ki, hogy a nagyrészt agyag, iszap frakció (<0,002 mm) dominanciát mutató (>45%), de aggregátumos szerkezeti egységek hamar kiülednek (LU minták). Ezzel szemben a homokosabb frakcióból álló, de összességében kevésbé szerkezetes talajrészek tovább haladnak (0–10 és 10–40 cm-es csapdák). A fogókban összegyűlt minták leiszapolható részének százalékos aránya 33–48 % között változott (5. ábra). A mérések általános tendenciája, hogy a láda utáni mintákban a leiszapolható szemcsék aránya nagyobb, míg a fogókból gyűjtött mintákban kisebb lett, mint az alapmintáé. Meg kell jegyezni, hogy a sebesség növekedésével a minták leiszapolható mennyiségének százalékos arányai nem változtak meg. A csapdákban felfogott talaj szerkezetességét vizsgálva megállapítható, hogy a mintatartó tálca után gyűjtött minták szerkezete eltér a többi két mintáétól. A mintatartó utáni minták sokkal aggregátumosabbak, mint a fogók mintái. Ha az egyes sebességtartományokat összehasonlítjuk egymással, akkor e téren a tendenciák nem változnak (6. ábra).



6. ábra. Az egyes csapdázódási helyeken felhalmozódott talajanyag szerkezetessége

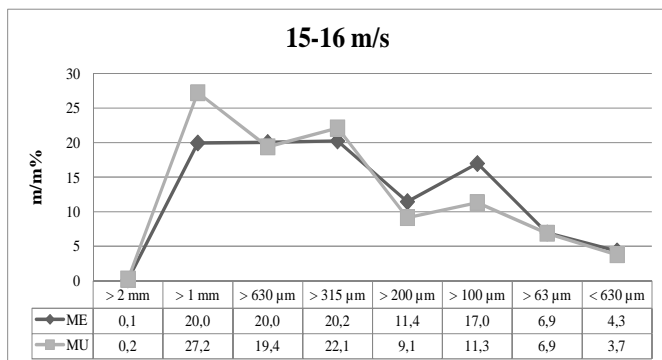
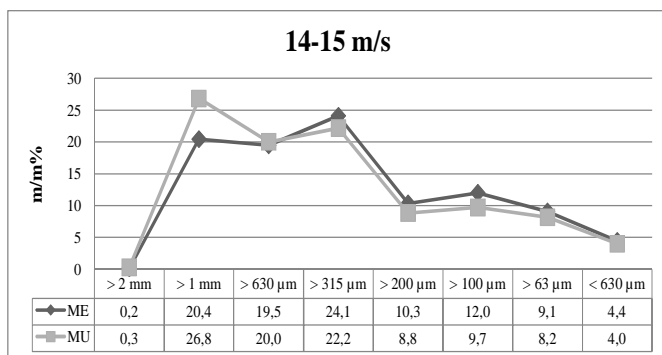
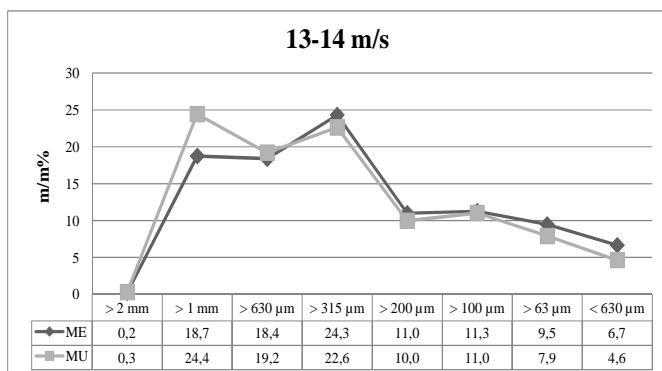
Balra: II. fogó mintája (10–40 cm); középen: I. fogó mintája (0–10 cm); jobbra: láda után gyűjtött minta.





7. ábra. A kiindulási talajanyag (0–1 cm) szemcseméret eloszlásának összevetése az erodált talajfelszín anyagával száraz szitálással

(szélsebességként három kísérlet átlaga, ME: fújatási kísérlet előtt, MU: fújatási kísérlet után)



Annak vizsgálatára, hogy egy-egy szélesemény hatására hogyan változik a csernozjom feltalaj szerkezeti összetétele, a mintatartó tálca talajának felső 0–1 cm-ét minden 15 perces fújtási kísérletet megelőzően (ME) ill. azt követően (MU) mintáztuk. Az így kapott talajminták anyagát száraz szitálásnak vetettük alá, hogy megállapíthassuk, hogyan alakul egy-egy széleseményt követően az eredetileg 2 mm-es szitán átengedett, de még mindig némi szerkezetességet mutató csernozjom talaj aggregátumainak és elemi szemcséinek aránya. A 7. ábrák alapján megállapíthatjuk, hogy minden szélsébség esetében a szélerózió következtében 3–7%-kal megnő az 1 mm, ill. annál nagyobb szemcsék ill. aggregátumok aránya a talajanyagban. A szélsébség erősödésével ez a növekedés egyre jelentősebb, a 12–13 m/s-os sebességtartományban mintegy 3%-os, a 15–16 m/s-os szélsébségen pedig már 7%-os volt az 1 mm-es szemcsék arányának növekedése a talajban a kiindulási állapothoz képest. A finomabb szemcse-, ill. aggregátum átmérők esetén a fújtást követően csökkenés tapasztalható. A leginkább a 315  $\mu\text{m}$  és az annál kisebb szemcsék aránya csökken, átlagosan 1–2 %-kal. A széleróziós események ezen hatása a talaj szerkezeti elem és szemcse összetételére talajtípus függő. Homoktalajon végzett kísérletek alapján Leys–McTainsh (1994) megállapították, hogy leginkább a 250  $\mu\text{m}$  és annál nagyobb szemcsék aránya nőtt meg a széleróziót követően a feltalajban, míg a 75–210  $\mu\text{m}$  közötti szemcsefrakció aránya lecsökkent 1–2 %-kal.

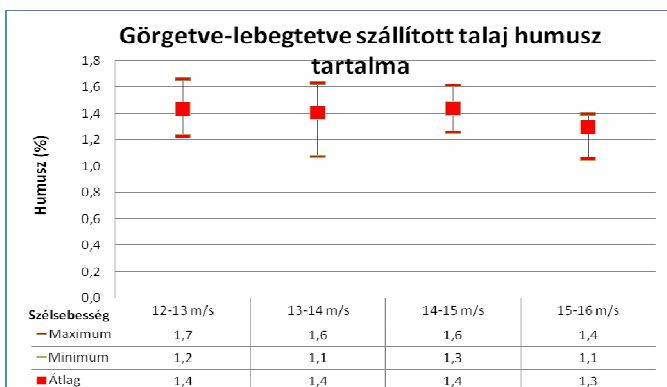
## 5. Erodált talajanyag humusz és tápanyag tartalmának elemzése

A talaj és szediment minták humusz tartalma 1,1 és 2,4% között változott. A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a láda utáni aggregátumos minták tartalmazták a legtöbb humuszt. Az apátfalvi mérési sorozat esetében pl. a 12,0–13,0 m/s-os sebességtartományban a fújtás előtt gyűjtött minta humusz tartalma 1,8%, az I. fogóban gyűjtött mintáé 1,6%, a második fogóban összegyűlt mintáé szintén 1,6%, a láda után gyűjtött mintában azonban 2,0%. Ez az értéksor jól reprezentálja valamennyi mintaterületre és szélsébség tartományra jellemző tendenciát (8. ábra).

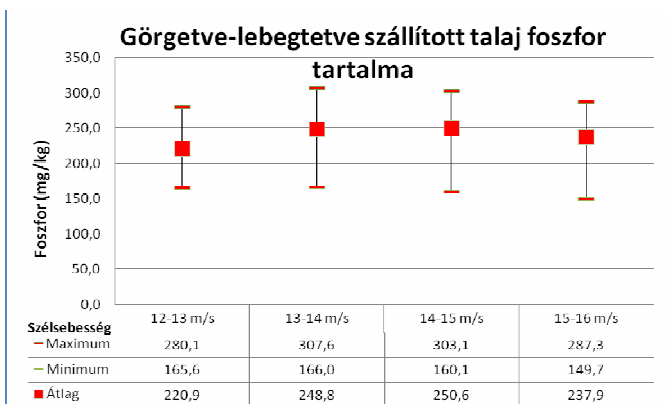
A talaj és szediment minták kálium-oxid ( $\text{K}_2\text{O}$ ) tartalma 122–460 mg/kg között változott. A káliumot legkisebb koncentrációban a láda után összegyűlt talajanyagban mértük. A csordakúti mintasorozat esetében az itt mért érték csupán 60%-a volt a láda alapmintájában a fújtás előtt mért mennyiségnek. Az I. fogó kálium tartalma 12,0–13,0 m/s sebesség tartományban 386,7 mg/kg, s ez az érték 392 mg/kg lesz a következő sebességtartományon. A legmagasabb kálium értéket a 14,0–14,3 m/s-os sebességtartományon érte el, 419,5 mg/kg-mal.

A talaj és szediment minták  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma 130–329 mg/kg között változott. A szélsébség és a csapdázási hely függvényében tett megállapításaink a káliumnál leírtakhoz hasonlóak. Itt is megfigyelhető, hogy hiába emelkedett a vizsgálatok végére a szél sebessége 12 m/s-ról 15-m/s-ra, amely kb. 25%-os sebességnövekedés, nem tapasztalhattunk ilyen mértékű feldúsulást. Egyetlen gyűjtőben sem mértünk több foszfort, mint az alapminta foszfor tartalma. A csapdákból összegyűlt talajanyagban ez elem tekintetében nem tapasztalható feldúsulás (9. ábra).

A minták összes-nitrogén tartalma más eloszlást mutat, mint amit a K és a P esetében leírtunk, természetesen inkább hasonlít a humusz eloszlásához. A talajban és a csapdázódott anyagban mért összes N mennyisége 560 és 2093 mg/kg között változott.



8. ábra. A csapdák mintáinak humusz-tartalma (%)



9. ábra. A csapdák mintáinak foszfor tartalma (mg/kg)

## 6. A tápanyag áthalmozás becslése

A szélerózió által áthalmozott tápanyag mennyiségének kiszámításához a szél-csatornába helyezett mintatartó tálcáról erodált, elszállított anyagmennyiségeket vettük alapul. A láda után összegyűjtött talajminták tömegei csak kis részei a teljes talajvesztésnek, így becsléseinkhez a fogókban összegyűlt mintamennyiséggel számoltunk. Megmérve a 0–10 és 10–40 cm magasságokba kihelyezett csapdáknál szélesemenyenként összegyűlt mintákat, és a bennük levő tápanyag és humusz tartalmát, megkapjuk, hogy milyen magasságban, mennyi anyag távozott az ismert felületű ládából a különböző szélességek esetén.

A levegőben (lebegtetve, ugráltatva) tovább szállított talaj tápanyagmennyiségének kiszámításánál figyelembe vettük a két fogóban felhalmozódó üledék tápanyag tartalmát, ill. a felhalmozódott tömegekben tapasztalt különbségeket is. Az első fogóban több anyag volt, mint a másodikban, akár négyszeres is lehet a különbség! Ennek megfelelően súlyozott átlagokat számoltunk. A tápanyag áthalmozást 1 hektárra kivetítve az alábbi képlet segítségével számoltuk:

$$\Delta H = \frac{10000}{0,15} \cdot \left( ET \cdot \frac{I}{I + II} \cdot H_I + ET \cdot \frac{II}{I + II} \cdot H_{II} \right), \text{ ahol}$$

$\Delta H$ = tápanyag/humusz áthalmozás kg/ha-ban,  $ET$ = erodált talaj mennyisége kg-ban,  $I$ = I. fogóban felhalmozódott üledék mennyisége g-ban,  $II$ =II. fogóban felhalmozódott üledék mennyisége g-ban,  $H_I$ = I. fogóban levő üledék humusz/tápanyag tartalma,  $H_{II}$ = II. fogóban levő üledék humusz/tápanyag tartalma.

A szélcsatornában különböző szélereősségek kapcsán a mintatartó tálcáról eltávozott tápanyagmennyiséget felhasználva e képlet segítségével megkaptuk 1 ha-ra kiveítve a tápanyag áthalmozás mértékét (2. táblázat).

2. táblázat. A szélérozió által áthalmozott tápanyag mennyiség a különböző szélereősségek hatására

Gyűjtés helye	Széleseesség fokozatok (m/s)	Humusz (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Összes nitrogén (kg/ha)
Csanádpalota	12	511,5	7,2	18,3	51,5
	13	1134,4	14,5	37,3	114,7
	14	2316,0	29,6	78,1	236,9
	15	2210,7	32,4	78,7	226,7
Csordakút	12	555,6	10,4	15,3	43,5
	13	1900,8	36,1	49,7	147,0
	14	3663,3	68,8	95,4	316,1
	15	3453,5	62,9	98,7	343,2
Apátfalva	12	533,9	7,4	8,7	40,7
	13	1549,4	30,1	34,1	148,2
	14	3079,8	57,5	67,1	286,7
	15	2785,9	60,6	72,6	285,9

A lebegtetve szállított mintákban a humusz halmozódott át legnagyobb mennyiségben. A legkisebb humuszszállítódás 12 m/s-os sebességtartományban a csanádpalotai mintára volt jellemző (511 kg/ha). A legnagyobb humuszáthalmozás (3663 kg/ha) a csordakúti mintákra jellemző, 14 m/s-os sebességfokozaton.

A legnagyobb foszforáthalmozást szenvedő minta a csanádpalotai sorozat 14 m/s-os sebességtartománynál van: 68,8 kg/ha. Legkevesebb foszfor az apátfalvi és a csanádpalotai mintából szállítódott el (7 kg/ha), 12 m/s-os sebesség fokozaton.

Káliumnál az apátfalvi minták esetében kicsit növekedett az áthalmozott tápanyagmennyiség. A legnagyobb veszteség 15 m/s-os sebességfokozaton keletkezett (99 kg/ha) a csordakúti sorozatnál. Legkevesebb tápanyagvesztés (8,7 kg/ha) az apátfalvi mintát érte 12 m/s-os sebességfokozaton.

A nitrogéneredményeket elemezve a tendencia a humuszáthalmozással mutat szoros kapcsolatot. A legkevesebb nitrogén (41 kg/ha) a csordakúti mintából távozott 12 m/s-os sebességfokozatnál. Legtöbb nitrogénáthalmozást szintén a csordakúti mérés sorozatnál tapasztaltuk, 15 m/s-os sebességfokozaton (343 kg/ha).

## 7. Összegzés

A szélsőséges időjárási helyzetek, az évenként különböző mértékben jelentkező hő- és csapadék-stressz ráirányította a figyelmet a káros talajművelési gyakorlat hibáira. A kutatások rávilágítanak, hogy a korábban a célként kitűzött növénynek kedvező talajállapot (pl. poros magágy) kialakítása hosszú időszakot vizsgálva káros eredménnyel járhat, hiszen növeli a szerkezetromlás, az elporosodás, s a deflációérzékenység veszélyét. Kutatásunk során három dél-alföldi mintaterület jó minőségű csernozjom talaját értékeltük klíma-stressz érzékenységi szempontból, majd szélcsatornás vizsgálá-

tok alapján becsültük a porosodás és az ebből adódó deflációs folyamatok következtében bekövetkező tápanyag áthalmozódás mértékét.

Összefoglalva megállapítható, hogy *nagyobb szélesebesség hatására több talajanyag erodálódik, és ezzel együtt megnő az áthalmozott tápanyag mennyisége is*. Minden vizsgált szélesebesség esetében a szélerózió következtében 3–7 %-kal megnő az 1 mm ill. annál nagyobb szemcsék ill. aggregátumok aránya a talajanyagban. A finomabb szemcse, ill. aggregátum átmérők esetén a fújatást követően csökkenés tapasztalható. Leginkább a 315 µm és az annál kisebb szemcsék aránya csökken, átlagosan 1–2 %-kal. A minták kémiai és fizikai elemzéseiből megállapítható, hogy a láda utáni aggregátumosabb szerkezetű minták nitrogén és foszfor tartalma nagyobb, mint az alapmintáé. Az itt gyűjtött mintákban nagyobb a leiszapolható rész aránya, mint a többi csapdában összegyűlt talajanyagban. A fogók mintáiban nem tapasztaltunk feldúsulást egy vizsgált elem esetében sem, sőt a fogókban gyűjtött minták kálium és foszfor tartalma jelentősen kisebb volt az alapmintákhoz képest.

Becsléseink alapján a szélerózió hatására a lebegtetve, ill. ugráltatva áthalmozott talajszemcsékkel ill. aggregátumokkal szállított humusz 500–3500 kg/ha nagyságrendben távozhat a vizsgált csernozjom területéről akár egyetlen szélesemény hatására is. A kálium áthalmozódás mértéke elérheti a 100 kg/ha-t, a foszfor esetében pedig a 70 kg/ha-t. A nitrogénvesztesség ill. áthalmozódás jelentősebb, akár a 200–300 kg/ha-t is elérheti egy intenzív szélesemény alkalmával. Ezen tápanyag mennyiség egy része több száz méter, de akár kilométeres távolságokra is távozhat a területről.

A mezőgazdasági művelés alatt álló csernozjom területek feltalajában a tápanyag és szervesanyag szélerózió útján történő mozgási törvényszerűségeinek feltárása több szempontból is hasznos: segítséget jelent a területi tervezésben, a defláció szempontjából optimális területhasználat és művelési módok meghatározásában. Képet kapunk arról, hogy a legnagyobb gazdasági potenciállal rendelkező termőtalajunk, a csernozjom milyen veszélyeknek van kitéve, s hogy a nem megfelelő művelés következtében kialakuló szerkezet romlás következményeként kialakuló deflációs károk milyen tápanyag veszteséggel járhatnak együtt.

## Irodalom

- Bach M. 2008: Aolische Stofftransporte in Agrarlandschaften PhD Dissertation, Christian-Albrechts Universität zu Kiel
- Birkás M. – Szemők A. – Milan M. 2010: A klímaváltozás talajművelési, talajállapot tanulmányai „KLÍMA-21” füzetek 2010. 61. szám pp. 144–152.
- Bódis K.–Szatmári J. 1998: Eolikus geomorfológiai vizsgálatok DDM felhasználásával. VII. Térinformatika a felsőoktatásban szimpózium előadásai. Budapest. pp. 102–107.
- Borsy Z. 1972: A szélerózió vizsgálata a magyarországi futóhomok területeken. Földrajzi Közlemények pp. 156–160.
- Búzás I. 1993: Talaj és agrokémiai módszerkönyv 1. INDA 4231 Kiadó, Budapest 357 o.
- Farsang A.–Barta K. 2004: A talajerózió hatása a feltalaj makro- és mikroelem tartalmára. Talajvédelem különszám, Talajvédelmi Alapítvány Kiadó, pp. 268–276.
- Hernádi H.–Farkas Cs.–Makó A.–Máté F. 2008: Hazai csernozjom talajok vízforgalmának klímaérzékenységi vizsgálata a MARTHA adatbázis és a SWAP szimulációs modell felhasználásával Talajvédelem különszám 2008 pp. 95–104.
- Láng I.–Csete L.–Jolánkai M. (szerk.) 2007: A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

- Larney, F. J.–Bullock, M. S.–Janzen, H. H.–Ellert, B. H.–Olson, E. C. S. 1998: Wind erosion effects on nutrient redistribution and soil productivity. *Journal of Soil and Water Conservation* 53 (2), pp. 133–140.
- Leys, J.–McTainsh, G. 1994: Soil loss and nutrient decline by wind erosion – cause for concern. *Australian Journal of Soil and Water Conservation* 7 (3), pp. 30–35.
- Lóki J.–Szabó J. 1996: Neuere Windkanaluntersuchungen der Deflationssensibilität von Böden des Ungarischen Tieflandes *Z. Geomorph. Berlin-Stuttgart* pp. 145–159.
- Lóki J.–Szabó J. 1997: Az alföldi talajok deflációérzékenységi vizsgálata szélcsatornában. *Kompolt. Regionális Agrárkutatói és vidékfejlesztési workshop.* pp. 73–83.
- Lóki J. 2000: The study of wind erosion on different soil by wind tunnel. Debrecen. In: *Anthropogenic aspects of landscape transformations 1. Proceeding of Hungarian-Polish Symposium.* Edited Lóki, J. – Szabó, J. pp. 37–44.
- Lóki J.–Schweitzer F. 2001: Fiatal futóhomokmozgások kormeghatározási kérdései Duna–Tisza közti régészeti feltárások tükrében – *Acta Geographica Geologica et meteorologica Debrecina*, Tomus XXXV. pp. 175–183.
- Lóki J. 2003: A szélerózió mechanizmusa és magyarországi hatásai. MTA doktori értekezés Debrecen 265 o.
- Marsi, Z.–Zöbisch, M.–Bruggeman, A.–Hayek, P.–Kardous, M. 2003: Wind erosion in a marginal mediterranean dryland area: a case study from the Khanasser Valley, Syria. *Earth Surface Processes and Landforms* 28, pp. 1211–1222.
- Mezősi G.–Szatmári J. 1998: Assessment of wind erosion risk on the agricultural area of the southern part of Hungary. *Journal of Hazardous Materials* 61. Amsterdam. pp. 139–153.
- MIKA J. 1996: Regionális éghajlati forgatókönyvek. Változások a légkörben és az éghajlatban. *Természet Világa* 1996/I. Különszám. 69–74.
- Mucsi L.–Szatmári J. 1998: Landscape changes of a blown sand surface on the Great Hungarian Plain. *The problems of landscape ecology Vol. III.* Warsaw. pp. 215–222.
- Nováky B. 2007: Az ENSz Éghajlat-változási Kormányközi Testületének jelentése az éghajlat-változás várható következményeiről. *KLÍMA-21 Füzetek.* 50. 6–11.
- Neemann W. 1991: Bestimmung des Bodenerodierbarkeitsfaktors für winderosionsgefährdete Böden Norddeutschlands – Ein Beitrag zur Quantifizierung der Bodenverluste In: *Geologisches Jahrbuch.* 25. Hannover
- Sterk, G.–Hermann, L.–Bantonio, A. 1996: Wind-blown nutrient transport and soil productivity changes in Suoth-West Niger In: *Land degradation & development* 7. 325–335.
- Szatmári J. 1997: Evaluation of wind erosion risk on the SE part of Hungary. *Acta Geographica Szegediensis.* XXXVI. pp. 121–135
- Szatmári J. 2005: The evaluation of wind erosion hazard for the area of the Danube-Tisza Interfluvium using the Revised Wind Erosion Equation. *Acta Geographica Szegediensis Tomus XXXVIII.* 2005. pp. 84–93.
- Szatmári J.–Négyesi G. 2006: Széleróziós monitorállomás tesztelése szélcsatornában és homokhátsági mintaterületen. *X. Geomatikai Ankét előadásai.*
- Van Donk, S. J.–Skidmore, E. L. 2001: Field experience and evaluating wind erosion models. *Annals of Arid Zone* 40 (3), pp. 281–302.
- Zobeck, T.–Fryrear, D. W. 1986: Chemical and Physical characteristic of windblown sediment. In: *Transaction of the ASAE* 29. 1037–1041.
- Zobeck, T.–Fryrear, D. W.–Petit, R.D. 1989: Management effects on wind-eroded sediment and plant nutrients. In: *Journal of Soil & Water conservation* 44. 160–163.
- Várallyay Gy. 2008: Talaj–víz kölcsönhatások a klímaváltozás tükrében *Talajvédelem* különszám 2008. pp. 17–30.

A kutatást az OTKA K-73093, valamint az OTKA IN-83207 támogatta. Köszönetünket fejezzük Prof. Dr. Lóki József tanszékvezető egyetemi tanárnak, hogy a Debreceni Tudományegyetem Természeti Földrajzi Tanszékén a szélcsatorna vizsgálatokat lehetővé tette.

# A NYÍRSÉGI PLEISZTOCÉN HORDALÉKKÚP FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE ÉS ÖSKÖRNYEZETI REKONSTRUKCIÓJA

Demeter Gábor – Tóthné Makk Ágnes – Buday Tamás – Püspöki Zoltán \*

## 1. Célkitűzés

A Nyírség negyedidőszaki folyóvízi hordalékkúpjának vizsgálata hosszú múltra tekint vissza. A teljes pleisztocén rétegsor jellegét illetően mindmáig elsősorban Urbancsek J. (1977) munkáira támaszkodhatunk, míg a debreceni iskola kutatásai (Borsy Z.–Félegyházi E. 1983, Borsy, Z. 1992, Lóki et al 1993, Félegyházi E. 1998) főként a későpleisztocén–óholocén kor felszínfejlődésének vizsgálatával foglalkoztak. Mi egy határon átnyúló román-magyar együttműködés (HURO CBC 0801/121) keretén belül a teljes negyedidőszaki rétegsor vízrajzi-geomorfológiai fejlődéstörténetének regionális léptékű megismerésére tettünk kísérletet, alapvetően rétegtani, fáciestani összefüggésekre támaszkodva. Az alkalmazott kutatásokat támogatandó, 3D modellezést is végeztünk, mely a fejlődéstörténet és az öskörnyezet megjelenítésén túl a várható rétegsorok megadása révén segítséget nyújthat a későbbi fúrások tervezése és a vízföldtani modellezések során.

## 2. Módszerek

Az MBFH adattárából beszerzett, majd digitalizált *fúrásnaplók* mellett két, a közel-múltban a Nyírség területén mélyített és általunk feldolgozott hidrogeológiai *paraméterfúrás* (Levelek ék-1, Nyírtelek F-4/5) maganyagát használtuk fel arra, hogy a *litológiai egységekhez* a *rétegzés* részletes vizsgálata és dokumentációja, továbbá a *mélyfúrási geofizikai görbék* (SP – természetes gamma, ellenállás) alakjának részletes elemzése segítségével fáciestani-öskörnyezeti tartalmat rendeljünk (Püspöki Z.–Torma B. 2010).

A paraméterfúrásokban azonosított fáciesek és rétegtani egységek horizontális kiterjedésének, jellegének és laterális kapcsolatainak vizsgálata érdekében geofizikai korrelációs szelvényeket készítettünk a nyírtelek–gávavencsellői és a nyíregyháza–leveleki vízbázis fúrásain keresztül, melyekbe a paraméterfúrásokat már rétegzés- és fáciesadatokkal együtt illesztettük be. Ezt követően az egyes vízbázisok közötti fúrások felhasználásával áttekintő regionális szelvényeket szerkesztettünk, majd 3D rétegtani modelleket állítottunk elő. A korrelációs szelvények szerkesztését egy több mint 1 millió rekordot, 361 fúrást tartalmazó adatbázis építése alapozta meg (PHARE CBC HU-2002/000-180-03-01/03) (Püspöki Z.–Lazányi J. 2005).

## 3. Mederfáciesek azonosítása paraméterfúrásokban és a mélyfúrási geofizikai görbéken

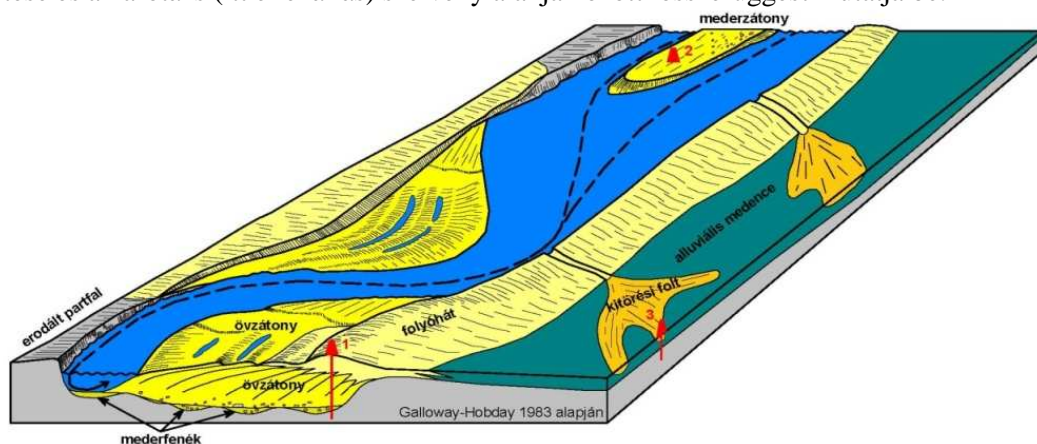
Az alluviális üledéksorok vertikális felépítésére vonatkozó fáciesmodelleknél a fáciessorok alapját a meder- és ártéri üledékek elkülönítése jelentette (pl. Galloway – Hobday 1983), ahol mederüledéknek tekintik a sodorvonal közelében lerakódott üledéket, valamint a zátonytestek anyagát, ártéri üledékeknek pedig a folyóhát – alluviális

---

\* Dr. Demeter Gábor, egyetemi adjunktus, PhD, DE Természetföldrajzi és Geoinformatika Tanszék, Dr. Tóthné Makk Ágnes, tudományos főmunkatárs, PhD, MÁFI Földtani Kutatási Osztály, Buday Tamás tanársegéd, DE Ásvány- és Földtani Tanszék, Dr. Püspöki Zoltán egyetemi docens, PhD, DE Ásvány- és Földtani Tanszék



medence üledékegyüttesét (1. ábra). Geofizikai görbék alapján a kőzet, a rétegzés típusa és a fácies is azonosítható: jól látható ez a 2. ábrán, ami a kanyargó vízfolyásokra jellemző övzátonyok és az elágazó vízfolyásokra jellemző mederzátonyok belső felépítése és a karotázs (itt ellenállás) szelvény alakja közötti összefüggést mutatja be.



1. ábra. Folyóvízi környezetek meder- és ártéri fáciesei

A számok a 2. ábra rétegsorainak előfordulására utalnak Galloway – Hobday (1983) alapján

1.	rétegzés	fácies	elektromos szelvény
	lemezesen rétegzett vagy rétegzetlen bioturbált aleurit gyökérmomokkal	ártér (tömbszelvényben nem szerepel)	ohmm →
	összetett rétegzés gyökérmomokkal	folyóhát	
	vályúsán keresztarétegzett homok	felső szakasza	
	vályúsán keresztarétegzett kavicsos homok	középső szakasza	
	gyengén rétegzett kavicsos homok	alsó szakasza	
		meder	
		erodált fekv.	

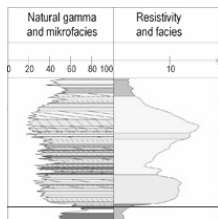
2.	rétegzés	fácies	elektromos szelvény
	keresztarétegzett, az üledék-vándorlás irányába dőlő kavicsos homok, homok	mederzátón	ohmm →
	gyengén rétegzett kavicsos homok	meder	
		erodált fekv.	

2. ábra. Rétegzéstípusok és fáciesek azonosításának lehetőségei karotázsgörbék alapján egy folyóvízi üledékes ciklusban Galloway – Hobday (1983) alapján

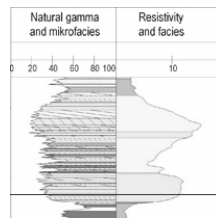
Mivel Bridge–Tye (2000) szerint az *alsó*, és a növényborítással jellemezhető *felső zátonykomplexumok* a geofizikai szelvényeken elkülöníthetők, fontos lehet a kapcsolódó üledékes bélyegek vertikális változásainak megfigyelése. A paraméterfúrások lehetővé tették a geofizikai görbék alakja és a fáciesekre utaló rétegzéstípusok közötti kapcsolat vizsgálatát.

Az *alsó zátonykomplexum* rétegzése eróziós felülettel indul (3a ábra) majd az alsó rendszerbeli sík lemezességre, ill. a lapos fenékhullámokra (zátonyok) utaló kisszőgű keresztarétegzés (3b ábra) következik. E fölött ripple keresztarétegzés (3c ábra), 3D dűnákra utaló vályús keresztarétegzés jelentkezhet.

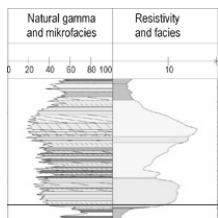
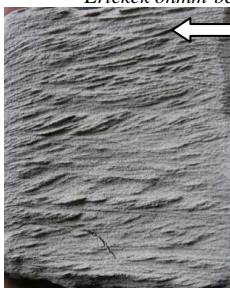
Általános a partfalomlásokból származó áthalmozott iszapprögök megjelenése. Ezek az omlástól való távolság növekedésével alkothatnak önálló réteget, keresztlemez, ill. megjelenhetnek elszórt fragmentumokként (3d-f ábra).



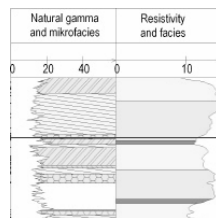
3a ábra. Eróziós felület egy alsó zátonykomplexum bázisán, fedőjében kisszögű kereszttrétegzéssel jelentkező homokkal. (A pleisztocén rétegsor alsó határa) (Levelek-ék-1 193,80 – 194,00 m)  
Értékek ohmm-ben és api-ban megadva



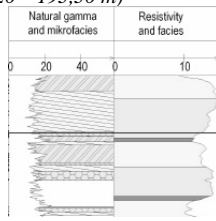
3b ábra. Horizontális lemezesség, amely minimális reliefű mederfenéki üledékformákat jelez (alsó rendszerbeli sík lemezesség). A lemezek mentén ártéri képződményekből áthalmozott iszap rögcskéik láthatók. (Levelek-ék-1 192,35 – 192,50 m)



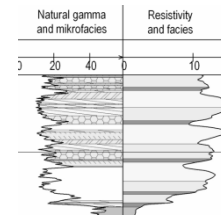
3c ábra. Ripple kereszttrétegzés, a nyíl a közeg áramlási irányát mutatja. Ez az üledék-szerkezet egyenes gerincű áramlási fodrokra utal (Levelek-ék-1 193,20 – 193,30 m)



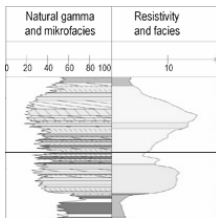
3d ábra. Önálló réteget alkotó iszapprögök kisszögű kereszttrétegzéssel. A törmelék tömeges megjelenése közeli partfalszakadást jelez. (Nyírtelek-f-4/5 113,60 – 113,70)



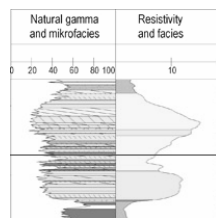
3e ábra. Önálló lemezeket alkotó iszap rögcskéik kisszögű kereszttrétegzésben. A lapos mederformákat teljesen befedték az áthalmozott klasztok, nem túl messze a partfalszakadástól. (Nyírtelek-f-4/5 113,40 – 113,60 m)



3f ábra. Vályús (esetleg kisszögű) kereszttrétegzés (lásd változó dőlést), a kereszttrétegek mentén ártéri üledékekből származó, áthalmozott iszapprögökkel. (Nyírtelek-f-4/5 138,00 – 138,20 m)



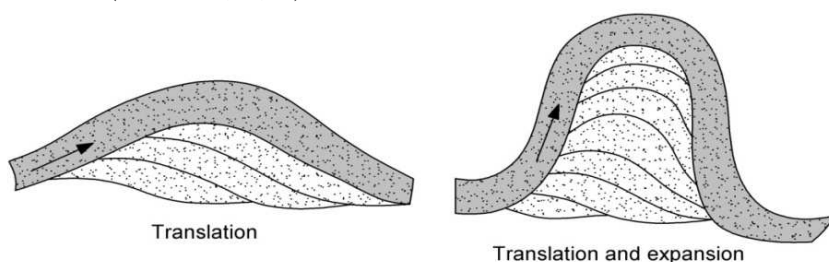
3g ábra. Ripple kereszttrétegzés konzekvens dőlésiránnyal, amely egyenes gerincű áramlási fodrokra utal. A lebegtetett hordalék mennyiségének megváltozása is érzékelhető (Levelek-ék-1 187,60 – 187,80 m)



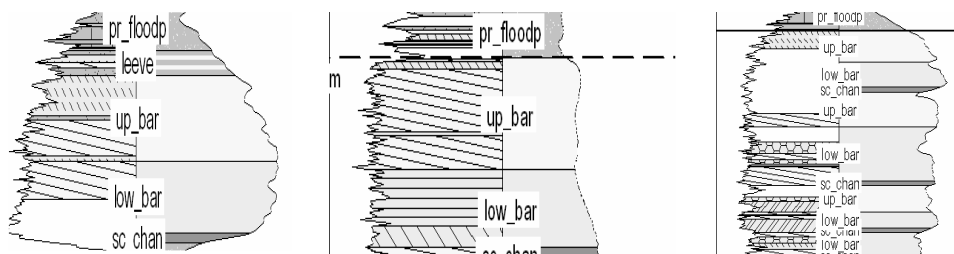
3h ábra. Ripple kereszttrétegzés, oszcillációs fodrok rétegzetlen iszapba való átmenete, ami az áramlások fokozatos megszűnésére utal. (Levelek-ék-1 187,05 – 187,20 m)

A *felső zátonykomplexumok* görbealakja lehet fölfelé finomodó, ill. fölfelé egyenletes. A fölfelé finomodó görbealakok ripple kereszttréteggzéssel (3g ábra) és vékony, 10–15 cm-nél alig vastagabb iszapos betelepülésekkel (3h ábra) párosulnak. A fölfelé egyenletes görbealakokkal rendelkező felső zátony-komplexumok pedig durva üledékben megjelenő kisszögű és vályús kereszttréteggzéssel jellemezhetők, így üledékes jegyeik sokkal közelebb állnak az alsó zátonykomplexumokéhoz.

A felső zátonykomplexumok fölfelé finomodó, ill. egyenletes jellegét illetően Bridge (1993, 2003) fáciesmodelljei rámutattak arra, hogy a két eltérő görbealak a *zátonyfejlődés translációs ill. expanziós jellegével* hozható összefüggésbe (4. ábra). A translációs zátonyfejlődéshez a karotázsgörbéken *dobozszerű megjelenés* kapcsolható, a *fölfelé finomodó jelleg* ugyanakkor az expanziós zátonyfejlődés eredménye. Ennek megfelelően soroltuk genetikai típusokba a paraméterfúrásokban jelentkező zátonykomplexumokat (5. ábra A, B, C).



4. ábra. A translációs, lefelé vándorló zátonyfejlődési típusú (keresztshelvényekből nyomozható települési viszonyai alapján gyakran kanyarogva bevágó, „völgykitöltő” jellegű) és expanziós, oldalirányú zátonyfejlődési típusú (keresztshelvények alapján kirajzolódó kép alapján túlterjedően települt, kanyarogva feltöltő) vízfolyások



**A** Nyírtelek-f-4/5 67.20 m

**B** Levelek-ék-1 60.90 m

**C** Nyírtelek-f-4/5 90.40 m

5. ábra. Zátonykomplexumok: egyszerű expanziós fejlődésű zátonykomplexumok (A), egyszerű translációs fejlődésű zátonykomplexumok (B), translációs fejlődésű többszintű zátonykomplexumok (C)  
(A jelölt mélység a komplexum bázisa)

#### 4. Fáciessorok geofizikai korrelációja fúrások között lokális vízbázisokon

A Nyt-f-4/5 fúrásban azonosított zátonykomplexumok laterális kapcsolatainak vizsgálata érdekében korrelációs szelvényt készítettünk a nyírteleki vízbázis fúrásain keresztül (7. ábra). A karotázskorreláció alapját a korrelációs felszínek képezték. Ezek azonosítása után kerülhet sor a korrelációs felszínek által közrefogott üledéktestek összehasonlító értékelésére. A szelvényben a következő korrelációs horizontok azonosítására nyílt mód:

1. *Transzlációs zátonysorozatok eróziós bázisa azonosítható a Nyt-f-4/5 fúrás 144,10 m és 88,20 m-ben a következő megfontolások alapján: e felületek alatt, figyelembe véve a karotázsgörbék alakját és a megfigyelhető rétegzéstípusokat, fölfelé finomodó, expanziós fejlődésű zátonykomplexumok települnek, míg fölöttük rendre transzlációs mederkomplexumok következnek.*
2. *Az expanziós meder – ártér sorozatok konkordáns bázisa a transzlációs mederkomplexum sorozatok felső részén, rendszerint ártéri képződmények első megjelenésével (Nyt-f-4/5 fúrásban 105,60 m), máskor a legfelső mederkomplexum fokozatosan expanziósba válásával (Nyt-f-4/5 fúrásban 72,90 m) következik be.*
3. *Tavi-lápi képződmények bázisa a disztális ártér finomszemű üledékeire konkordánsan települ (Nyt-f-4/5 fúrásban 39,00 m). Megjelenése gyakran csak bioturbációs jelenségek, karbonáttartalom segítségével igazolható egyértelműen.*

Mivel a *transzlációs, lefelé vándorló zátonyfejlődést kanyarogva bevágó vízfolyásrendszer* előzi meg, az első típusú korrelációs felszín diszkordánsan települhet, változatosan tárva fel az idősebb feküdképződményeket. Az *expanziós, oldalazó meder – ártér sorozatok kanyarogva feltöltő vízfolyástípusok* megjelenéséhez kapcsolódnak, ennek megfelelően településük rendszerint túlterjedő, a korábbi térszín-egyenetlenségeket kiegyenlítő. A tavi képződmények gyors horizontális kiterjedésére már eleve csak kiegyenlített felszínű, minimális reliefű ártereken van lehetőség, így ezek bázisa jól követhető horizontot képezhet.

## 5. Rétegtani egységek térképezése karotázskorreláció segítségével lokális vízbázisokon

A rétegtani korrelációk szempontjából meghatározó, hogy a megismert rétegsort hogyan bontjuk fejlődéstörténeti szakaszokra, s e szakaszoknak milyen szerepet tulajdonítunk. A korrelációs felszínnek által közrefogott üledékes rendszeregységek leírását ennek szellemében az alábbiak szerint adhatjuk meg:

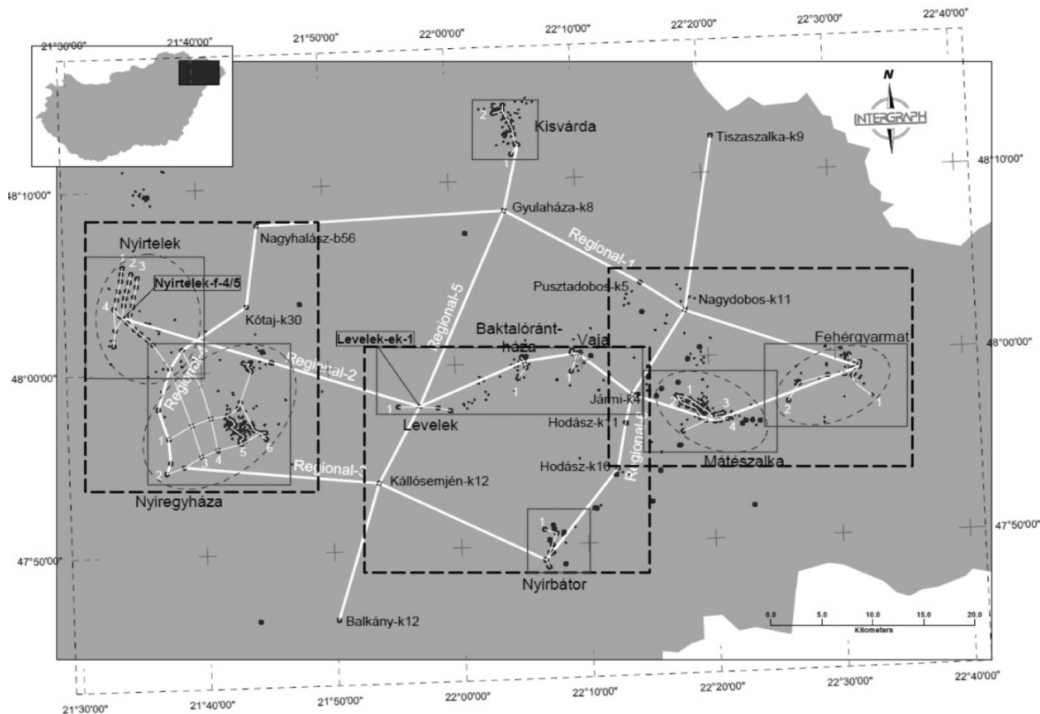
(1) Az első és második típusú korrelációs felszínnek völgykitöltő helyzetű, közvetlenül egymásra települő transzlációs mederkomplexum sorozatokból felépülő üledékegyüttes (*Transzláció dominált rendszeregység - TDST*) zárnak közre, melynek izovastagsági értéke jelentősen változhat annak völgykitöltő helyzetétől függően. Mivel a mederkomplexumok közvetlenül, az ártéri üledékek kimaradásával települhetnek egymásra, ebben az üledékes rendszeregységben kicsi a homok-agyag arány horizontális változékonysága, a homoktestek egymással könnyen és jól kommunikálhatnak. A transzlációs zátonyfejlődés következtében a zátonykomplexumok szemcseösszetétele viszonylag egyveretű, vertikális ingadozást nem, vagy csak kis mértékben mutat.

(2) A második és harmadik típusú felületek ártéri iszapos agyagos rétegsorba ágyazódó, magányos, expanziós fejlődésű mederkomplexumok, ill. ezekhez kapcsolódó ártéri homoktestek (folyóhátak, gátszakadási üledékek) sorozatát zárja közre (*Expanzió dominált rendszeregység - EDST*), ennek megfelelően izovastagsági értékei jóval kiegyenlítettebbek, jelentős ugyanakkor a homok-agyag arány horizontális változása. A homoktestek egymással közvetlenül nem, vagy csak keskeny felületek mentén érintkeznek. Az expanziós zátonyfejlődés következtében a zátonytestek szemcseszerkezete fölfelé finomodik, a felső zátonykomplexumban gyakoriak a 20–30 cm-es kőzetliszt betelepülések.

(3) A harmadik típusú korrelációs felület fedőjében megjelenő üledékegyüttes (*Lakusztin dominált rendszeregység - LDST*) homok és kőzetliszt tartalma nem válik szét olyan diszkrét kötegekre, mint az ártéri üledékek közé ágyazott zátonykomplexu-

mok esetében, általánosabb az üledék egyenletes eloszlása, finomabb szemű megjelenése, rendszerint számottevő karbonáttartalma. Jelentősebb homoktestet a tavi környezetbe érkező delták jelentenek (fluviolakusztin környezet).

A pleisztocén rétegsor tetején eolikusan átformált fluviális üledékeket azonosíthatunk. A TDST-ek és EDST-ek azonosítása a rétegsor korábnál jóval finomabb vertikális beosztását eredményezte (14 regionális elterjedésű egység). Jellegükből következően a TDST és az EDST-LDST üledékes egységei hidrogeológiai szempontból (k szivárgási tényező) is különböznek.



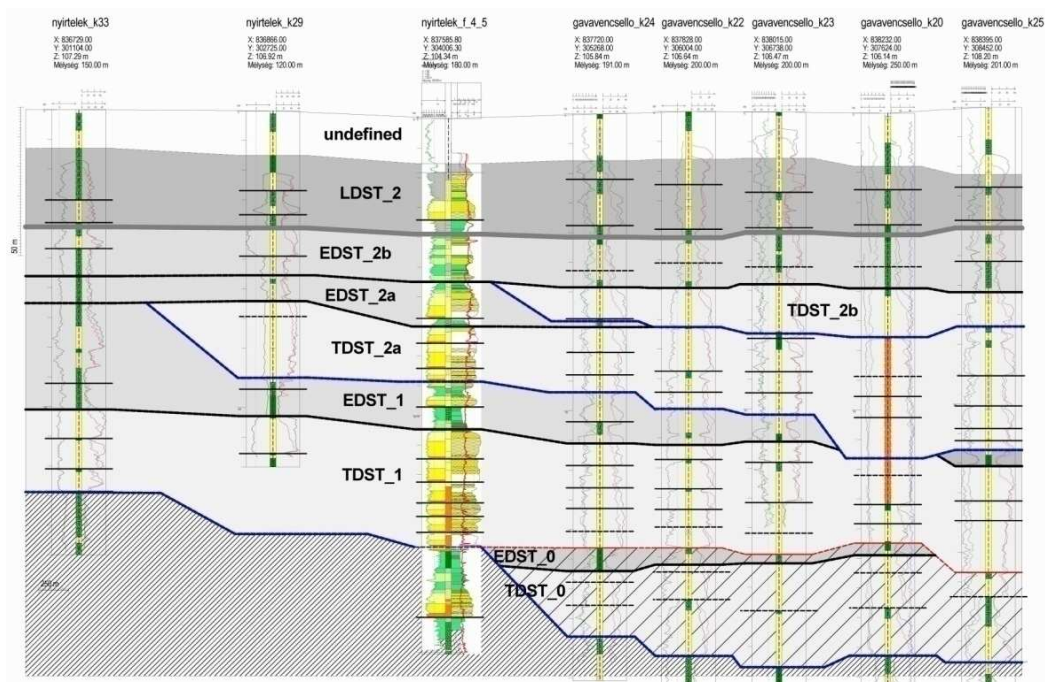
6. ábra. A Nyírség északi felében alkalmazott modellezési egységek: szürkével jelölve a feldolgozott lokális vízbázisok (7), szaggatottal az őskörnyezeti 3D rekonstrukció során kialakított vizsgálati egységek (3), fehérrel a regionális keresztshelvények (3-3)

## 6. Regionális korrelációk

A regionális kép rekonstrukciója érdekében három É–D-i és három Ny–K-i szelvény mentén határoztuk meg az azonosított üledékes rendszeregységek elterjedését (8–10. ábrák), a 6. ábrán jelölt fúrások feldolgozásával. A hordalékkúp rétegeinek laterális elvégződését vizsgálandó, határon túli területek fúrásait is bevontuk a vizsgálatba (Tenu, A. 1981).

A magyar és román geológia közös szelvénytérképezési törekvéseinek legutóbbi eredménye a NATO Science Programme keretei között készült határon átmenő szelvénytérkép. Az illesztési munka egyik legfőbb tapasztalata szerint a román geológia a negyedidőszaki rétegsorokban tapasztalható horizontális inhomogenitásokat a korábbiakban laterális összefogazódások feltételezésével oldotta meg („román koncepció”). A

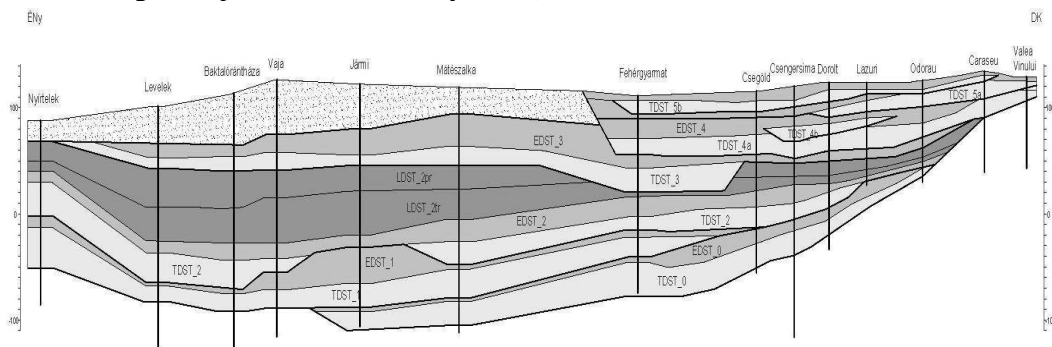




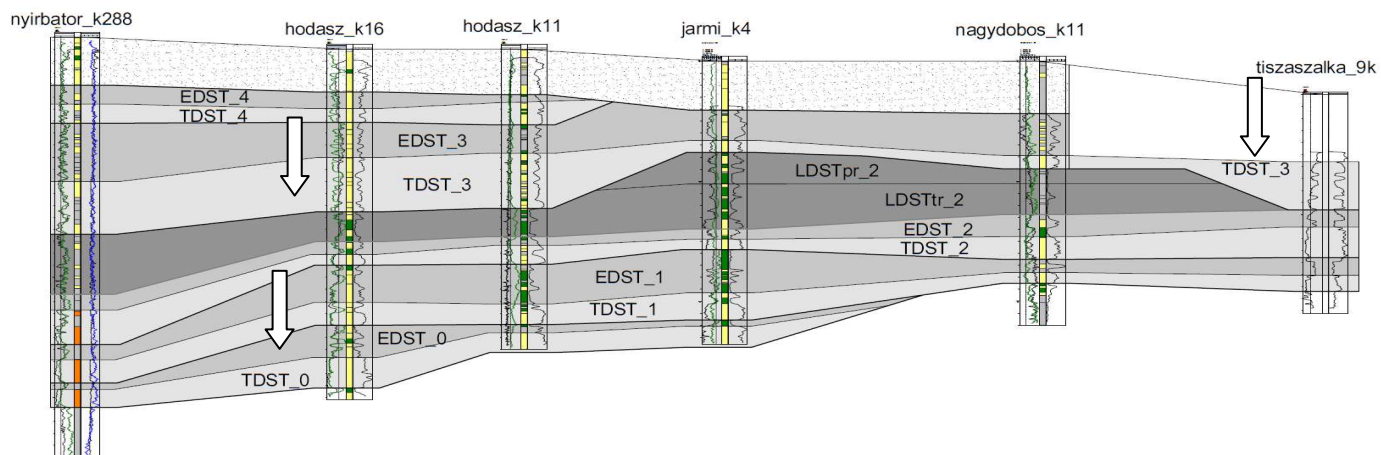
7. ábra. Karotázskorreláció a nyirteleki vízbázis fúrásai mentén

magyarországi földtan ugyanakkor a Nyírség aljzatát erőteljesen szétdaraboló, az alsó pleisztocén rétegeket elvető, a középső pleisztocén rétegsor ösföldrajzi kifejlődéseit befolyásoló és a felső pleisztocént közel érintetlenül hagyó szerkezeti mozgásokat feltételez („magyar koncepció”, pl. Szamos–Kraszna-vonal).

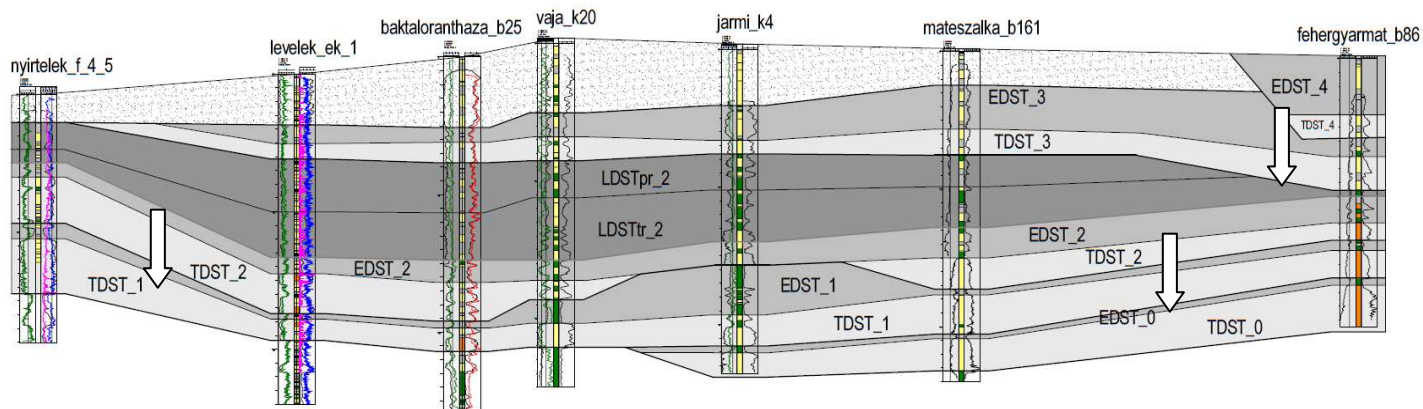
A regionális szelvények szerkesztési logikája esetünkben eltér a korábbiaktól. A többszintű zátonykomplexumokat tartalmazó TDST-ek közzettestei rendszerint a felhalmozódásukat megelőzően kialakult, több esetben teraszos völgyekben, völgykitöltő helyzetben települnek, azaz laterálisan ösföldrajzi okok miatt hirtelen elvégződhetnek. A szerkezeti mozgások hatásait tehát nem a képződmények szerkezeti elvetődésében látjuk, hanem a Nyírség több esetben bekövetkező depocentrum áthelyeződéseiben. E logikának megfelelően szerkesztettük egybe a regionális szelvényeket a határon túli oldal litológiai alapon készült szelvényeivel (8. ábra).



8. ábra. Határon átnyúló, az ösvízrajzot a transzlációs sorozatok (TDST) futása alapján rekonstruálható kereszt-szelvény



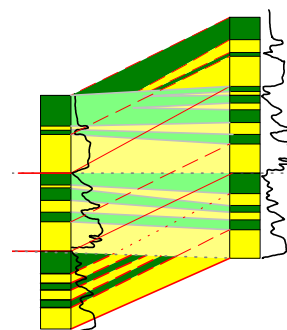
9. ábra. D–É-i irányú áttekintő regionális szelvény a Nyírség É-i részén, az ősi mederkomplexumokat nyilak jelölik



10. ábra. Ny–K-i irányú áttekintő regionális szelvény a Nyírség központi részén; a fő mederkomplexumokat nyilak jelölik



Kontrollálva a vertikális beosztás pontosságát, a regionális szelvényeket keritésszelvényben egyesítettük, majd Rockworks szoftver segítségével egymással érintkező 3D – a fúrássűrűség egyenetlenségei miatt csak korlátozott kiterjedésű – szubregionális modelleket állítottunk elő 120 fúrás felhasználásával (6. és 12. ábra), melyek a nyírségi pleisztocén rétegsor eltérő kifejlődésű területeit reprezentálják. A 3D modellezés szempontjából fontos felhívni a figyelmet a litológiai és sztratigráfiai szemléletű korreláció különbözőségére. A fúrások közötti interpoláció esetén az előbbi a hasonló üledéktípusok korrelációját jelenti, a rétegtani szemlélet viszont számol a fáciesekkel, ill. a fáciesek horizontális kiterjedésével (11. ábra).



11. ábra. A litológiai és sztratigráfiai szemléletű értelmezés és interpoláció különbözősége

## 7. Fejlődéstörténeti kép

A pleisztocén fejlődéstörténet erőteljes völgybevágódással indul, amely korlátozott területi elterjedésű, völgykitöltő helyzetben települő transzlációs zátonykomplexum sorozatok kialakulásához vezetett (TDST\_0). A települési mélység laterális változását figyelembe véve Nyírtelek–Gávavencsellő térségében a pleisztocén elején két, a pliocén rétegsorba vágódó terasz nyomozható (12a-b ábra). A kialakító vízfolyás feltehetőleg a Bodroghöz területéről érkezett. Nyíregyházától nyugatra, Vaja térségében szintén azonosítható egy korai völgykitöltő meder. A Mátészalka és Fehérgyarmat vízbázisait magába foglaló területen a pliocén feküben ugyancsak kirajzolódik egy teknő, az EDST\_0 viszont ott már túlterjedően települ. A pleisztocén határán az alsópleisztocén mederhordalékokhoz, esetenként az alsó zátonykomplexumhoz kiugró mágneses szuszceptibilitás értékek kapcsolódtak, ami a sodorvonal közelében szállítódnak a nehézsavanyok dúsulására utal. Ez annak az eredménye, hogy a hegységkeret kiemelkedése során, vagy klímaváltozás okozta vízhozam-növekedés hatására, a zátonyfejlődés transzlációs jellegűbe fordulásával az üledékszállítás felgyorsult és a vulkáni lehordási háttér andezitjeiből származó piroxének lejutottak a vizsgált szelvényig (mikromineralógiai vizsgálatok történtek a Levelek-ék-1. sz. fúrásból).

Az üledékszállítás intenzitásának csökkenésével lerakódó ártéri képződmények jórészt még mindig völgykitöltő helyzetben maradtak. Így az expanziós jellegű EDST\_0 csak kisebb területeken van jelen – a Nyíregyházi- és Leveleki-hát területéről teljesen hiányzik.

Ezt követően a térség nagy részén általánossá vált a transzlációs zátonyfejlődés. Az ennek eredményeképpen lerakódó TDST\_1 regionális elterjedésű, szinte mindenütt megtalálható vezérszintet képez. Nem völgykitöltő jellegéből adódóan proximális hordalékkúp intenzív üledékszállítású, feltehetően elágazó vízfolyásokkal jellemezhető ösföldrajzi képét kell elképzelnünk. Ez alól csak a kiemelt Nyíregyházi-hát a kivétel, ahol völgybevágódás nyomozható (12c-d ábra), illetve Tiszaszalka–Kisvárdai területe, ahonnan a TDST\_1 hiányzik.

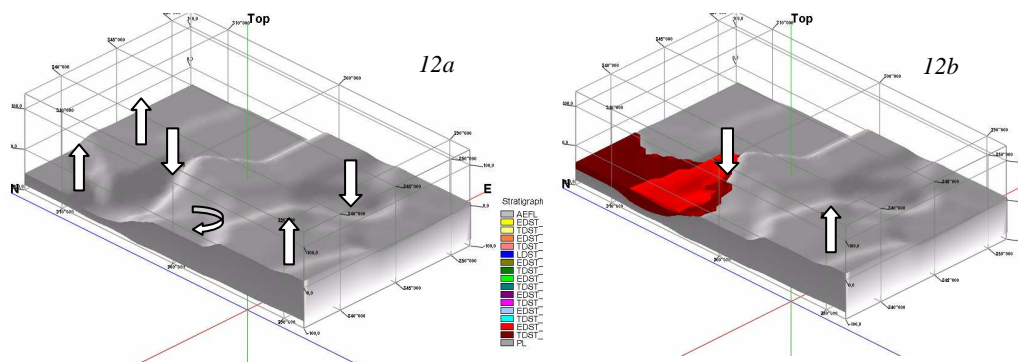
A szállítási energia csökkenésének következtében a TDST\_1 fedőjében kanyarogva feltöltő vízfolyásrendszer vált uralkodóvá, nagy vastagságú üledéksort (EDST\_1) hagyva maga mögött.

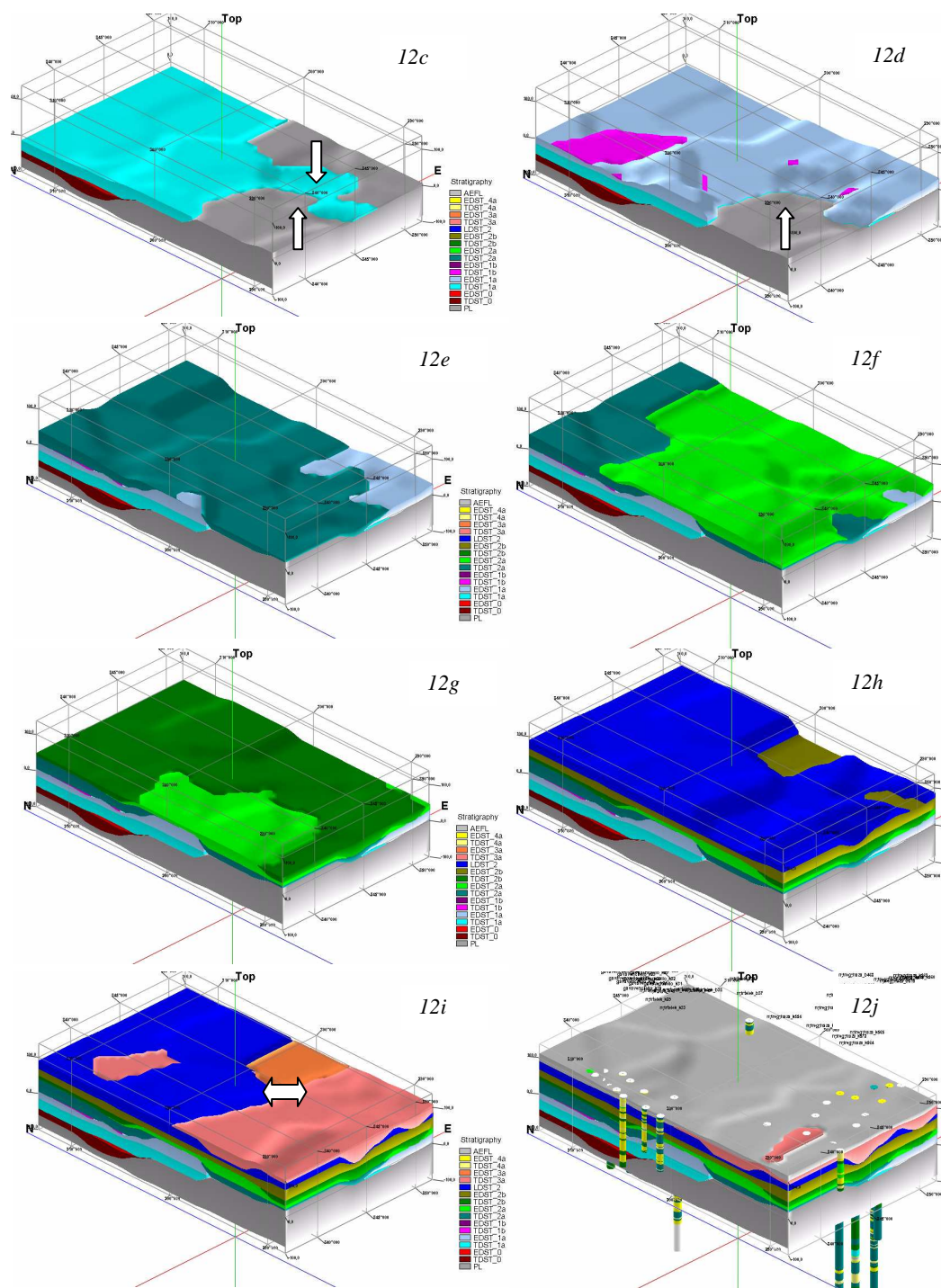
A szállítási energia újbóli megnövekedése a Nyírség területén ismételten bevágódásokhoz vezetett, ami az EDST\_1 szelektív eróziójához, s a következő kanyarogva bevágó vízfolyásrendszer üledéksorának (TDST\_2) völgykitöltő helyzetben való településéhez vezetett. Az eróziós diszkordanciával települő üledékösszlet ugyancsak regionális elterjedésű, vastagsága és települési mélysége azonban a depocentrum nyugatra tolódására utal. Fehérgyarmat térségében a TDST\_2 lokális elterjedést mutat, így ott egy É-D-i, a mai futásiránnyal ellentétes vízfolyás képe rajzolódik ki (lásd: 8. és 10. ábra).

A hordalékszallító képesség újbóli lecsökkenése megint kanyarogva feltöltő vízfolyás-rendszerek megjelenését eredményezte túlerjedően települő üledékekkel (EDST\_2). A hordalékszallító képesség további csökkenésével uralkodóvá váltak a sekélytavi-lápi üledékképződési rendszerek, amit a paraméterfűrészekben megfigyelt bioturbációs jelenségek és az áthalmazott *planorbisok* is alátámasztanak. Lerakódik a helyenként 70 m üledékvastagságot is elérő LDST\_2. Ennek korai, inkább vízmélyüléssel és üledékfinomodással jellemezhető szakaszát transzgresszív jellege miatt LDSTr\_2 ként különítettük el, míg felső, intenzív delta-progradációval jellemezhető szakaszát LDSTpr\_2 néven jeleztük. A vizsgálati terület déli részén a legvastagabb pleisztocén kifejlődéssel rendelkező nyírbátori süllyedék kialakulását az LDST\_2 Levelek–Mátészalka–Nyírbátor térségében tapasztalható nagy vastagsága is alátámasztja. A rétegsor kelet (Fehérgyarmat) felé kivékonyodott, folyóvízi fázisba ment át (TDST\_3). A korábban középső pleisztocénnek tekintett LDST\_2 hiányzik a Nyíregyházi-hát, Kisvárdá és Fehérgyarmat térségéből, azaz a Nyírség peremén.

A tavi állapot megszűntét követően újra völgybevágódási periódus következik, a TDST\_3 megjelenésével, de a nyugati területekre, a Nyíregyházi-hát környékére már csak az expanziós kifejlődése jutott el (12. h-i ábra). Nagy vastagságú translációs zátonyfejlődésre utaló üledéksorok rakódtak a DK-i (Fehérgyarmat–Hodász–Nyírbátor) és É-i (Tizzaszalka–Kisvárdá) peremeken egyaránt (TDST\_3), kirajzolva egy Szamos medrével párhuzamosan futó ősfolyót. Az üledékszallító képesség újbóli csökkenésével ezt követően újra kanyarogva feltöltő mechanizmus válik uralkodóvá (EDST\_3).

Csak a peremeken mutatható ki egy további völgybevágódás (TDST\_4, ill. TDST\_5 Fehérgyarmatnál és Romániában az Érmelléken – 11. ábra) és azt követő kanyarogva feltöltő vízfolyásrendszer (EDST\_4, EDST\_5), amelyek elterjedése a Nyírség jól ismert későpleisztocén-óholocén vízhalózatával egyezést mutat.





12a-j ábra. A Nyírség nyugati részének (Gávavencsellő–Nyírtelek–Nyíregyháza) 3D fejlődésmodellje.

A felfelé mutató nyilak a teraszokat, kiemelt hátakat, a lefelé mutató nyilak a vízfolyásokat, a fektetett nyilak a sekélytavi fázist lezáró deltaépülést, ill. meandert jelentenek.

## Irodalom

- Borsy, Z. 1992: Evolution of the alluvial fans of the Alföld. In Rachocki, A.H., Church, M. eds., *Alluvial Fans: A Field Approach*. John Wiley & Sons Ltd., 452 p.
- Borsy, Z. – Félégyházi, E. 1983: Evolution of the network of water courses in the North-Eastern part of the Great Hungarian Plain from the end of Pleistocene to our days. *Quaternary Studies in Poland*, 4. pp. 115–134.
- Bridge, J.S. 1993: The interaction between channel geometry, water flow, sediment transport and deposition in braided rivers. In: J.L. Best and C.S. Bristow eds., *Braided Rivers*. Geological Society of London, Special Publications, 75, 13–72.
- Bridge, J.S. 2003: *Rivers and Floodplains*, Blackwell Publishing p. 491.
- Bridge J.S.–Tye R.S. 2000: Interpreting the dimensions of ancient fluvial channel bars, channels and channel belts from wireline-logs and cores. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 84. pp. 1205–1228.
- Félégyházi, E. 1998: Contribution to the development of the drainage network of the Tisza and Szamos rivers in the upper pleniglacial period. *Acta Geographica Debrecina* 34. pp. 203–218.
- Galloway, W.E. – Hobday D.K. 1983: *Terrigenous Clastic Depositional Systems Applications to Petroleum, Coal, and Uranium Exploration* – Springer-Verlag 423 p.
- Lóki, J.–Hertelendi, E.–Borsy, Z. 1993: New dating of blown sand movement in the Nyírség. *Acta Geographica Debrecina Debrecen* pp. 67–76.
- Püspöki Z.–Lazányi J. (szerk.) 2005: *A fenntartható vízgazdálkodás eszköztárának bővítése Mátészalka-Beregszász térségében*. Debrecen.
- Püspöki Z.–Torma B. (eds) 2010: *Fluvial sediments in cores and well-logs*. Domínium, Miskolc
- Țenu, A. 1981: *Zăcămintele de Ape Hipertermale din Nord-Vestul României* – Academiei Republicii Socialiste România
- Urbancsek J. (szerk.) 1977: *Magyarország Mélyfúrási Kútjainak Katasztere VII*. Bp. 545 p.

# A TERMÉSZETI ÉS TÁRSADALMI KÖRNYEZET HATÁSA EGY DUNA-TISZA KÖZI KISTÁJRA

## Az Illancs környezetállapota és tájváltozásai az elmúlt évszázadban

*Ladányi Zsuzsanna*<sup>\*</sup>

### 1. BEVEZETÉS

Az ember tájátalakító tevékenysége, valamint a klímaváltozás következményei a világ jelentős részén okoznak látványos tájváltozásokat. Ezen átalakulások okainak és következményeinek feltárása a 21. századi természettudományos kutatások fontos elemévé vált, hiszen a lehetséges és célszerű természetvédelmi (és környezetvédelmi) kezeléseket csak a tájban zajló folyamatok figyelembe vételével lehet elvégezni. Különösen igaz ez azon környezet-érzékeny területeken, ahol a környezeti hatások gyors, akár évtizedekben mérhető változásokat okoztak.

A Duna–Tisza köze ma egy régiós léptékű vízháztartási problémával szembesül. A táj átalakulásához jelentősen hozzájárult a 20. századtól egyre fokozódó tájhasználat-változása (Bíró 2006), melynek eredményeképpen a természeti területei fragmentálódtak, degradálódtak. A problémát súlyosbította a 20. század közepén lezajlott belvízcsatornázás, a lakosság fokozódó vízfogyasztása (kommunális vízhasználat és öntözés), az elmúlt évtizedek szaporodó aszályos évei (Pálfai 2000), valamint a növekvő kiterjedésű telepített erdők, melyek hatására az 1980-as évek óta a területen jelentős talajvízszint-süllyedést regisztrálnak (Pálfai 1994). A vízhiány a területen az ezredfordulót követően megközelítette az 5 milliárd m<sup>3</sup>-t, mely Magyarország teljes éves vízfelhasználásának megfelelő mennyiség (Rakonczai 2007). Számos kutatás próbálta bebizonyítani az elmúlt 30–40 évben a folyamatban szerepet játszó tényezők hatását. Az 1990-es évek közepén a kutatók még arra jutottak, hogy a változásért a természetes és az antropogén tényezők fele-fele arányban felelősek (Pálfai 1994). Később modellszámításokkal azt bizonyították, hogy a természetes tényezők (főként a klímaváltozás miatti csapadékhány) szerepe sokkal jelentősebb (Szanyi–Kovács 2009), különösen a hátság legmagasabb részein. A probléma regionalitása leginkább abból adódik, hogy a Duna–Tisza köze a két nagy folyó között hátszerűen emelkedik ki. A környező területek felől hozzáfolyásra nincsen lehetőség, így a talajvíz pótlódása egyedül a csapadékból várható.

A talajvízszint-süllyedés a hátság legmagasabb részein tehát még fokozottabban jelentkezik, melynek már nemcsak hidrológiai és természeti, hanem társadalmi és gazdasági vonatkozásai is vannak. E tanulmány Illancs kistáj tájváltozásait mutatja be az elmúlt évszázadban, elemzi a vízhiány okait és következményeit, mintaterületeken vázolja természeti területeinek állapotát, illetve vizsgálja a probléma társadalmi-gazdasági vonatkozásait. A térség arra a problémára keresi a választ, hogyan lehetnének harmóniában a természeti, környezeti, társadalmi és gazdasági folyamatok egymással esetleges fejlesztések, beruházások hatására. A beavatkozások sikeressége azonban kétséges a térségben lezajló, és aktuális folyamatok átfogó értékelése nélkül.

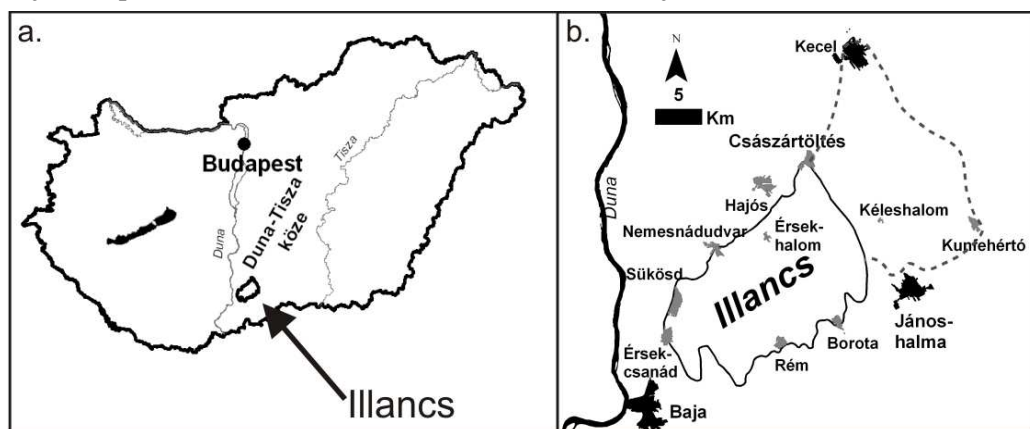
---

<sup>\*</sup> Ladányi Zsuzsanna, PhD hallgató, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék



## 2. Az Illancs természetföldrajzi adottságai és az értékeléshez felhasznált adatok

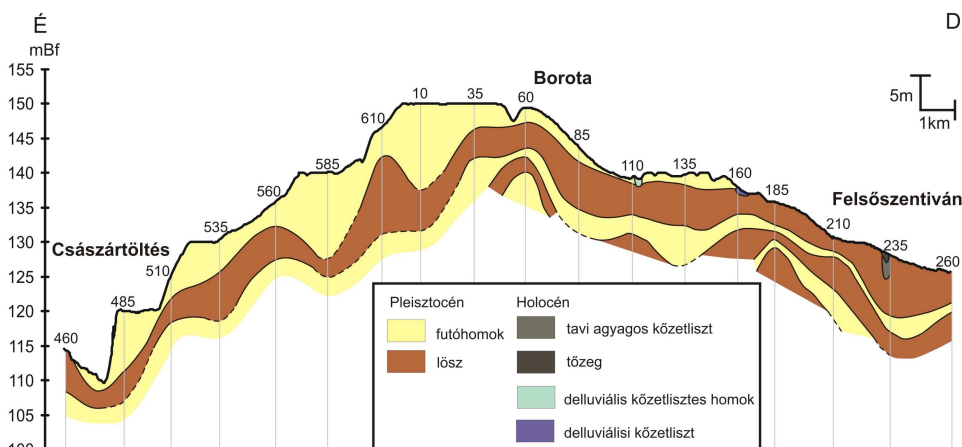
Illancs kistáj a Duna–Tisza köze délkeleti részén helyezkedik el (1/a. ábra). Itt található a Duna–Tisza köze legmagasabb pontja, az Ólom hegy (172 m). Nyugati pereme a Duna-völgy irányában a Kecel–Bajai magasparton húzódik, keleten pedig kisebb relief-fel nyúlik el a Tisza-völgy irányában. Északi (ÉK-i) határában a szakirodalom nem egységes. Egyesek a Császártöltés–Jánoshalma települések közötti vonalat (Marosi–Somogyi 1990a, Mezösi 1989), mások a Kecel–Kunfehértó határvonalat tulajdonítják a kistáj határának (Marosi–Somogyi 1990b, Keresztesi et al. 1989). Vegetáció-kutatások (Bíró 2007) az Illancs és a Bácskai löszhát határát együtt, az utóbbiakhoz hasonlóan, de a Kéleshalmi Homokbuckák nélkül állapítják meg. A legújabb kistájataszter (Dövényi 2010) a kistáj határát szintén a Császártöltés–Jánoshalma vonalon húzza meg. Jelen értékelésben a korábbi kistájataszterben publikált (Marosi–Somogyi 1990a) és e cikk szerzője által pontosított délkeleti-keleti határvonalat használjuk.



1. ábra. Az Illancs kistáj elhelyezkedése (a) és főbb lehatárolásai, települései (b)  
(A folytonos vonal jelzi a jelen elemzéshez használt kistájhatárt.)

A kistáj az Ős-Sárvíz hordalékkúpján fekszik (Borsy 1989), mely felett különböző kiterjedésben és vastagságban eolikus üledékek, futóhomok és lösz, valamint ezeknek átkeveredett átmenetei találhatók (Miháltz 1950). A kistáj részletes negyedkori rétegtana a MÁFI térképező fúrásai alapján csak a felső 10 méterre ismeretes (2. ábra), mélyfúrás adatok Jánoshalmán és a szomszédos kistájban Felsőszentivánon állnak rendelkezésre. A kistájon az eolikus rétegek vastagsága kelet felé nő. A felszínét döntően futóhomok borítja, az uralkodó ÉNy–DK irányú szelek felszínformáló hatására a jellegzetes formák közül a parabolabuckák, a garmadabuckák, a szélbarázdák és a maradékgerincek dominálják a felszínt. Természetszerű élőhelyei a nyílt homokpuszta-gyepek, a homoki sztyepprétek és a löszstyeppeprétek.

A tájhasználat-elemzésekhez felhasznált térképi adatforrások a II. katonai felmérés, a Kreybig-féle átnézetes talajtani térképsorozat megfelelő szelvényei, az 1950–1960-as évek és az 1980-as évek topográfiai térképei, a Corine 50 (CLC 50) és a 2005-ös légifelvételzés szelvényei. A térinformatikai elemzéseket az ArcMAP 9.3. szoftver segítségével végeztük. A vegetáció-térképezéshez az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (Á-NÉR) élőhelykategóriáit (Bölöni et al. 2007) használtuk fel.



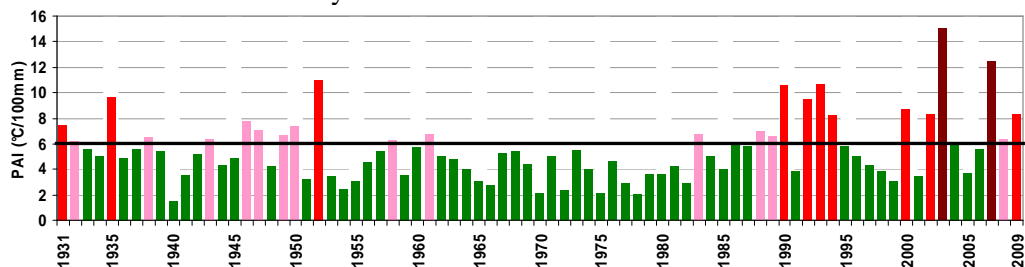
2. ábra. Keresztszelvény az Illancson (szerk.: Kuti L. és Ladányi Zs. a MÁFI adatai alapján)

### 3. A tájváltozásban szerepet játszó hatótényezők és a változások következményei

#### 3.1. A szárazodás és az Illancs

Magyarországon az éghajlat két fő elemének (csapadék és hőmérséklet) vizsgálata alapján az éghajlat kissé melegedni és szárazodni látszik (Mika et al. 1995, Szalai – Szentimrey 2001), mely tendenciákat az IPCC különböző forgatókönyvei is megerősítenek. A különböző tájak adottságai jelentősen befolyásolják azt, hogy az ember ezeket a változásokat milyen mértékben érzékeli. A Duna–Tisza közén megfigyelt változások a terület fokozott érzékenyégét bizonyítják, melyet a FAO – előrejelzései szerint – a klímaváltozás és a helytelen agrárgazdálkodás miatt a félsivatagi jellegű övezetbe sorol (Kovács 2006).

Az Illancshoz a legközelebb eső meteorológiai állomás (Kiskunhalas) adatai alapján számított Pálfai-féle aszályossági index (Pálfai 1989) szerint az elmúlt évtizedeket a szaporodó aszályok jellemzik (3. ábra). A legsúlyosabb aszály a 2003-as évhez kötődik, amikor a csapadék éves összege alig haladta meg a 400 mm-t a területen. A legalacsonyabb éves csapadékösszeget (319 mm) 2000-ben mérték a területen, azonban az 1999-es csapadékos év, valamint a többi klímátényező hatására az aszály mértéke sokkal kisebbnek bizonyult.



3. ábra. A PAI index értékei a Kiskunhalasi meteorológiai állomás alapján (1931–2009)

Az Illancs futóhomokkal borított táján a csapadék jelentősége még inkább fokozott. A térségnek természetes vízfolyása nincs, homoktalajainak vízgazdálkodása rossz, az 1931–2009 intervallum éves csapadék átlaga 586 mm/év, rendkívül szeszélyes elosz-

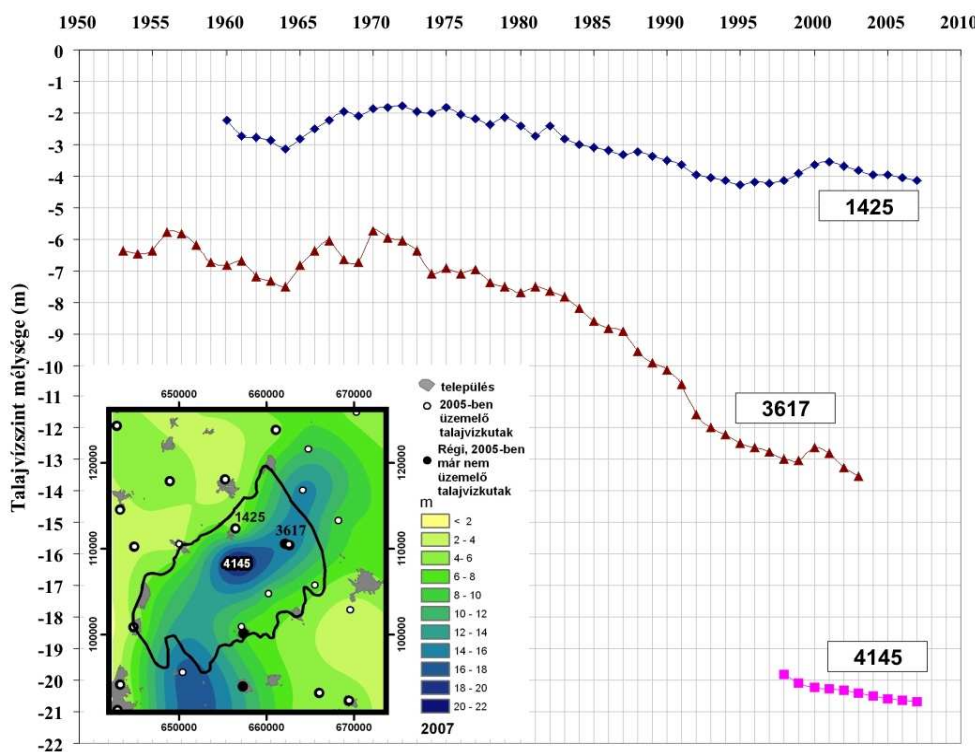


lással, így a növényi produkció korlátozó tényezője a víz. Korábbi kutatásaink bizonyították, hogy más kevésbé érzékeny tájakhoz képest, ahol a talajvíz könnyen elérhető a növények számára, az erdők által termelt biomassa és a csapadék rendkívül szoros kapcsolatban vannak ezen a vizsgált kistájon (Rakonczai et al. 2009). Akác és fenyőerdőket vizsgálva bebizonyosodott, hogy csak egy szűk intervallumban (március–július) hulló csapadék befolyásolja döntően a képződött biomassa mennyiségét, mely a talajok rossz vízgazdálkodásával és az alig elérhető talajvízzel jól magyarázható (ellentétben a jó víztároló képességű talajokkal, és a talajfelszínhez közelebbi talajvízszinttel rendelkező területekkel, ahol a téli csapadék is befolyásoló jellegű lehet).

### 3.2. A talajvízszint változása

A talajvíz-állapotok részletes térképezése elsőként az Alföldön 1950–1954 között zajlott le (Rónai 1961). Az 1980-as években vált nyilvánvalóvá, hogy a Duna–Tisza köze egy regionális vízháztartásbeli problémával áll szemben. A talajvízkút-adatok értékelését számos kutató elvégezte az elkövetkező évtizedekben (Pálfi 1994, Liebe 2000, Rakonczai–Bódis 2002, Kuti et al. 2002, Rakonczai 2007, VITUKI 2005, Szalai–Nagy 2006, Völgyesi 2006), melyek mind alátámasztották a mutatkozó kedvezőtlen tendenciát.

Az Illancs területén a hátság többi területéhez képest már az 1950–1954 között zajlott MÁFI talajvíz-térképezés mélyebb talajvízszintet jelöl (Kuti et al. 2002). Ennek magyarázata a jelentős domborzati különbségben keresendő. Ennek ellenére az Illancs pereme felé számos ásott kút biztosította a tanyasi lakosság vízigényét, egészen az 1970-es évek elejéig, melyről a régi tanyák udvarán a kb. 4 méter mély ásott kutak még ma is tanúskodnak.

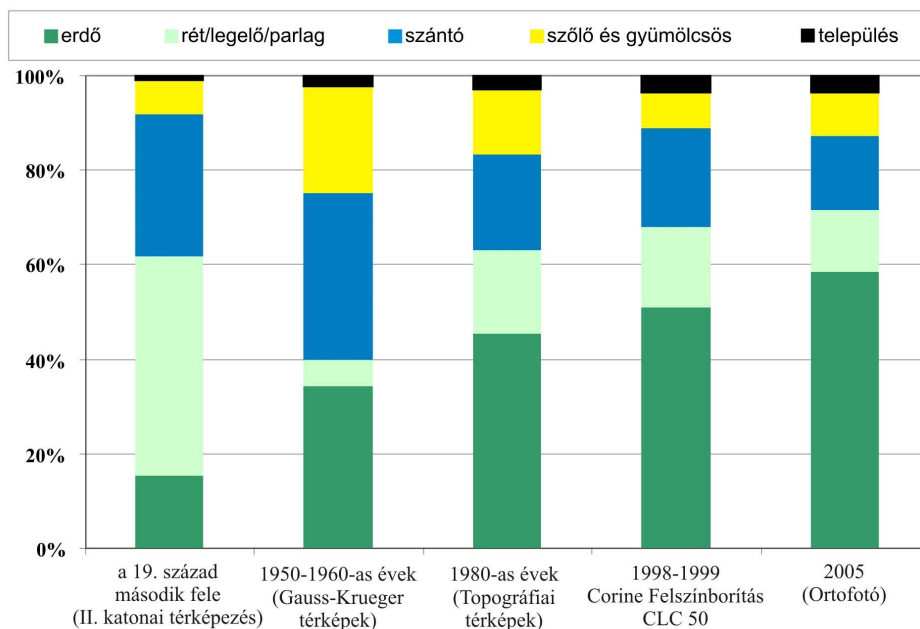


4. ábra. A talajvízszint változása az Illancson a törzskutak alapján (adatforrás: VITUKI)

Az 1990-es éveket megelőzően kevés talajvízészlelő kút volt a kistájon, és a legmagasabban fekvő kutakban a talajvíz szintje már az 1990-es években elérte a talpmélységüket. A monitoring rendszer működtetése, valamint a részletesebb adatok érdekében később több új észlelő kutat létesítettek. A kistájat 2003-ban az 1970-es évekhez képest 5–7 m talajvízszint-süllyedés jellemezte (Rakonczai 2007). Legmagasabb részein 2007-ben a talajvíz a felszíntől számított 15–20 m-re fekszik (4. ábra), peremterületei felé ez a mélység 5–8 m-re csökken.

### 3.3. Tájhasználat-változások

A 18. századi források és térképek szerint a Duna–Tisza köze területét többnyire fátlan élőhelyek borították, a fás szárú vegetáció aránya tájszinten mindössze 3,5 % volt. A nyíltabb növényzetű homoki vegetációmozaikok 78%-a a 18. században a Duna–Tisza köze déli részén fordult elő (Bíró 2006). Illancs kistájat döntően nyílt homokpusztagyepek és mozgó homokbuckák dominálták, és még a II. katonai felmérés idején is mindössze 15%-át borították *erdők* (5. ábra). A 19. század végétől alapvetően a futóhomok megkötése céljából próbálkoztak fásítással, eleinte kisebb majd nagyobb sikerrel. A 20. század közepére az erdőgazdálkodás egyre intenzívebbé vált, és ekkor már nem elsődlegesen a futóhomok megkötése volt a cél. A területen zömmel akácot, illetve fekete és erdei fenyőt ültettek. Néhol próbálkoztak nyár telepítésével is, azonban a 20. század végi szárazodás a nagy vízigényű fafajták telepítését lehetetlenné tette a kistáiban. A tájhasznosításban a század során egyre inkább dominánssá vált az erdő, mely ma a kistáj közel 60%-át borítja. Az 1990-es években komoly publicisztikai vita bontakozott ki az erdészet és a vízügy között, hogy vajon milyen mértékű az erdők talajvíz-elszívó hatása, és ez mennyiben járul hozzá a talajvízszint-süllyedéshez. Későbbi kutatások az erdők és a földhasználat szerepét csak 10%-nyinak ítélték (Pálfi 1994).



5. ábra. Az elmúlt másfél évszázad területhasználat-változásai az Illancson

A homoki gyepek művelésbe vonása már a 18–19. században megkezdődött a Duna–Tisza közén (Bíró 2006). A legelők és rétek kiterjedése az 1950-es évekre töredékükre esett vissza, a nagy szőlőültetvények és gyümölcsösök, valamint az egyre terjeszkedő szántók mellett a terület alig 5–6%-át borították a század közepén (5. ábra). Később, amikor a nagytáblás művelés időszaka hanyatlani kezdett, a felhagyott parlag területek száma szaporodott, így összkiterjedése 15% körüli értéket ért el. A 2000-es évek elejének ismét csökkenő csapadéku tendenciája a buckavonulatok közötti mélyedések szárazodásával művelhetővé váló, egykoron réti talajok beszántását jelzi, főleg a terület DK-i peremén (lásd később a Borota belterületétől Ny-ra fekvő mélyedésben) a Bácskai löszhát irányában.

A lösz felszíneken, főként a Kecel–Bajai magaspárt mentén már a 18–19. században is voltak jelentős kiterjedésű szántók (5. ábra). Számos helyen találjuk katonai térképeken annak a bizonyítékát is, hogy a homokbuckák közötti mélyedéseket is szántották. Ennek oka lehetett jobb termőtalajuk, jobb vízgazdálkodásuk, vagy a megélhetés miatti kényszerű beszántásuk. A 20. század közepének szántómaximuma szintén szorosan kötődik a termelő szövetkezetek és a nagytáblás művelés időszakához. A század további részében az erdőtelepítések és a szőlőterületek növekedése a szántók kiterjedésének csökkenését okozta. E tájhasználati kategória a mai napig számottevő a kistájon, különösen a lösz, a homokos lösz, illetve a löszös homok borította területeken a Kecel–Bajai magaspárt mentén.

*Szőlők és gyümölcsösök* már a 18. század végén is voltak a kistájon, legnagyobb részben annak ÉNy-i peremterületein (pl. Baja, Nemesnádudvar) és Jánoshalma környékén. Az 1800-as évek végére egyre bővült a kiterjedésük a peremterületeken (Rém, Borota), majd a 19. század utolsó harmadában bekövetkező filoxérajárványt követően a szőlők a magasabb fekvésű homokterületek irányában terjeszkedtek. Területi kiterjedésük maximumát a 20. század közepén érték el (5. ábra). Az utóbbi évtizedeket a művelésfelhagyás jellemzi. Ennek okai a termelőszövetkezetek felbomlásában, a terület elnéptelenedésében és a 20. század végétől egyre fokozódó vízhiányban keresendők. A lesüllyedt talajvízszint következtében a gyümölcsösök, a szőlők és az erdők is károsodnak: csökkent a betegségekkel, légköri szennyezettséggel és faggyal szembeni ellenállóságuk (Harmati 1994).

Az ÉNy-i peremterületek népessége már a 18. században is jelentős volt, viszont a DK-i régió benépesedése a 19–20. századra tehető. A települések területi növekedése a 20. század folyamán töretlen volt, habár az 1980-as években a csatornázottság, áramellátás és a vízhiány miatt a magasabb részek buckásaira telepített tanyák elnéptelenedtek. A lakosság növekvő vízigénye és a termeléshez szükséges öntözővíz szükséglete szintén hozzájárult a vízhiány kialakulásához.



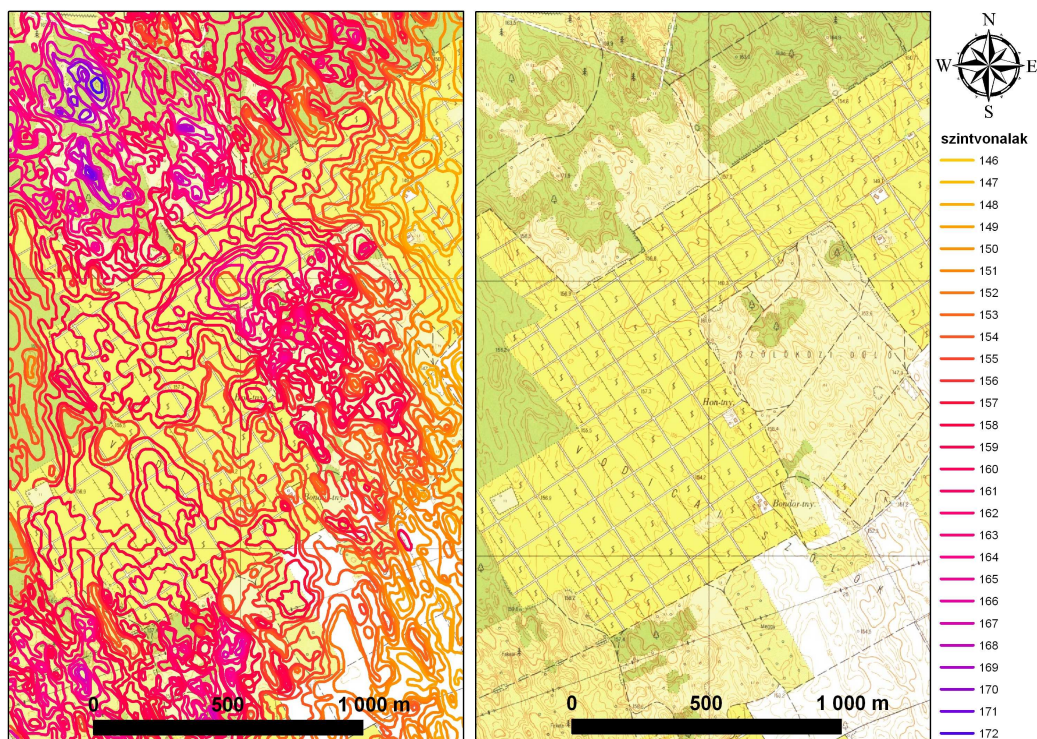
1. kép. Selyemkóró fertőzés az Illancson



A fentiek következtében az eredeti természetes vegetáció (nyílt homoki gyepek, galagonyás-, borókás-nyárasok) csak kis kiterjedésben, fragmentálva maradt meg. A művelt területek felhagyása után visszagyepesedő területek száma jelentős, azonban invazív fajokkal (*Asclepias Syriaca*, *Robinia pseudoacacia*) való fertőzöttsége nagy (1. kép), annak ellenére, hogy megfelelő kezeléssel (pl. juhlegeltetés Borotán) a parlagok természetességi állapota javítható.

### 3.4. Antropogén felszín-átalakítások

Az uralkodó ÉNy–DK irányú szelek felszínformáló hatására jellegzetes futóhomokformák alakultak ki a kistájon. Parabolabuckák (az Illancs déli részén hajtúszerű parabolák), garmadabuckák, szélbarázdák és maradékgerincek dominálják a felszínt. Az akkumulációs homokmezőben a garmadák összetorlódása is megfigyelhető. A homokformák különbségeit a különböző szélirány, szél erősség és a felszín növényzettel való fedettsége befolyásolta. Az 1900-as évek mező- és erdőgazdálkodása jelentős területeken semmisítette meg ezeket a jellegzetes homokformákat. Egyrészt a területre korábban betelepített kispáraszti gazdálkodáshoz igyekeztek minden talpalatnyi földet megművelni, így néhány hektáros kiskerthez is egyengettek el buckákat. A nagyüzemi termelés érdekében pedig később motorizált eszközökkel akár több hektárnyi összefüggő területet is elmunkáltak (6. ábra).



6. ábra. A planírozások nyomai az Illancson az 1980-as évek topográfiai térképe alapján (lásd a szintvonalak sűrűségében bekövetkező változásokat a tájhasználati kategóriák között)

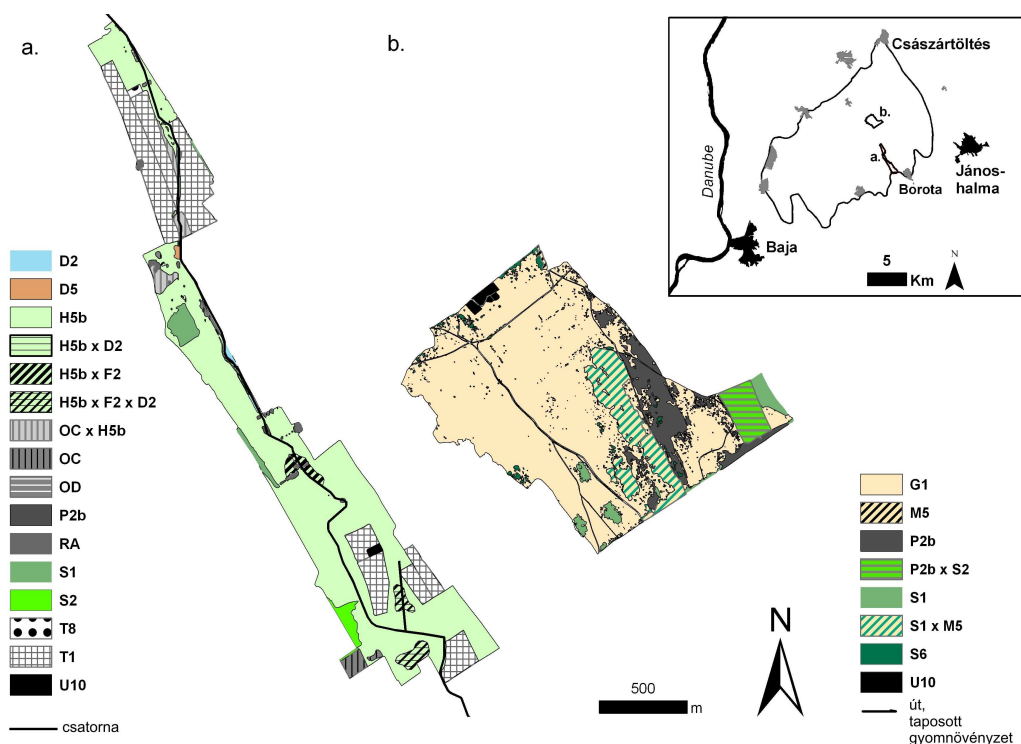
### 3.5. Illancs üde és száraz élőhelyeinek változásai

A természetes vegetáció leglátványosabb változásai Illancs üde élőhelyeiben tapasztalhatóak, amelyek a buckamezők közötti diszkrét mélyedésekben húzódtak meg. Az 1940-es évektől kezdődő csatornázás, valamint klímaváltozás miatti csapadékhánytöredékükre szorította vissza kiterjedésüket. Az Illancs DK-i határvonalának buckaközeiben is ilyen élőhelyeket találhatunk a történeti térképeken egészen az 1970-es évekig. A 7/a. ábra a Borota belterületétől Ny-ra elhelyezkedő buckaközi mélyedés aktuális élőhelytérképét mutatja. A mintaterületen azonosítható a Deák (2006) által a Duna–Tisza közéről leírt láprétfő-szikalj lokális vegetációmintázat, miszerint a terület ÉNy-i részében döntően lápi, míg a DK-i részében szikes élőhelyek vannak. Az üde élőhelyek ma csak a terület diszkrét mélyedéseiben találhatók, sokszor homoki sztyepprétekbe alakultak át, vagy sztyeppesedő változataik jelentek meg. A lápi jellegű élőhelyek a terület középső részének északi felén őrződtek meg leginkább magassásrétek és kiszáradó kékperjés láprétek formájában. A *talajvízszint süllyedését jelzi* a kékperjés rétek galagonyásodása (*Crataegus monogyna*) valamint az, hogy a területen több helyen eltolódtak a vegetációs zónák (Ladányi–Deák 2009): a kékperjés rétek helyét a deflációs mélyedésekben a homoki sztyepprétek vették át, míg a kékperjés a területet metsző csatornába húzódott le (2. kép).



2. kép. A mintaterületet átszelő csatornában látványosan elkülönülő üde élőhely

A szikes élőhelyeket csak a szikes rétek kiszáradt, sztyeppesedő, jellegtelenedő változatai képviselik már csak, amelyek leginkább a terület középső részének déli felén ismerhetők fel. Ezeket a nádképű csenkesz (*Festuca arundinacea*), tarackos tippán (*Agrostis stolonifera*) alkotja, de arányukat meghaladja a sztyeppesedésre utaló csomós ebír (*Dactylis glomerata*) és a sovány csenkesz (*Festuca pseudovina*). E szikes rétek *kilúgozódására utal* a tarackbúza (*Agropyron repens*) és a karcsú perje (*Poa angustifolia*) nagyobb aránya. A terület többi részét homoki sztyepprétek borítja, valamint a környező homoktalajokhoz képest jobb termőképességű részeket a vízborítás megszűnése miatt művelésbe vonták.



7. ábra. Száraz és üde élőhelyek élőhelytérképe

a: Borota belterületétől Ny-ra elhelyezkedő egykor vizes élőhely élőhelytérképe, b: a Hajósi Homokpuszta Természetvédelmi Terület élőhelytérképe.

Az élőhelykategóriák: D2: Kékperjés rét; D5: Magaskórós; G1: Nyílt homokpusztagyep; H5b: Homoki sztyepprétek; H5bxD2: sztyeppesedő kékperjés rét, H5bxF2: sztyeppesedő szikes rét, H5bxF2xD2: sztyeppesedő szikes rét kékperjés láprét átmenet, M5: Homoki borókás nyárasok; OCxH5b: erősen gyomos homoki sztyeppré; OC: jellegtelen szárazgyep; OD: Lágyszárú özönfajok állományai; P2b: Galagonyás cserjés; P2b x S2 Nemes nyáras jelentős galagonyás cserjéssel, RA: Óshonos fajú facsoport; S1: akác; S1 x M5: Homoki borókás nyáras és akác; S2: Nemes nyárasok, S6: Nem óshonos fajok spontán állományai; T8: Kisüzemi szőlők és gyümölcsösök; U10: tanya

A száraz élőhelyek közül rendkívül kevés természetes állapotú rét maradt fenn e tájban. A legtermészetesebb állapotú gyepek természetvédelmi oltalmat élveznek, így a Hajósi Homokpuszta Természeti Terület is (7/b. ábra), mely telepített akác és fenyőerdők közé beékelődő gyepparadvány. Ez a terület őrzi még a homokbuckák természetes száraz homoki növényzetét. A meredek buckaoldalakat és a buckatetőket nyílt homokpuszta-gyepek jellemzik, míg a buckaközökben homoki sztyeppréteket találunk. A terület sztyepp fiziognómiájú, galagonyás-nyarasaiban a galagonya látványos előretörése figyelhető meg, mely a megőrzés szempontjából a természetvédelem aktív beavatkozását igényli. Az egykori szőlőművelés nyomait a területen a selyemkóró és a galagonya szabályos hálózata is jelzi. A rétek olyan védett és fokozottan védett fajoknak adnak otthont, mint például a kései szegfű (*Dianthus serotinus*), báránypirosító (*Alkanna tinctoria*), homoki árvalányhaj (*Stipa borysthénica*), homoki nőszirm (*Iris arenaria*), tavaszi hérics (*Adonis vernalis*), tarka sáfrány (*Crocus reticulatus*), homoki vértő (*Onosma arenarium*), homoki bakszakáll (*Tragopogon floccosus*) (3. kép).





3. kép. Tavaszi hérics és tarka sáfrány a Hajósi Homokpuszta Természetvédelmi Területen

### 3.6. Társadalom

A természetben bekövetkező változások szervesen érintik az embereket is, akiknek egyre jelentősebb gazdálkodási nehézségekkel kell szembenéznük. Terepbejárásaink során a megkérdezettek általában a belvízelvezető csatornákat, az 1980-as évek olajkutató fúrásait és a nagy szárazságokat okolják a terület vízháztartásbeli problémájának kialakulásáért. Az 1980-as évek olajkutatása feltehetően csak időben esett egybe a vízhiány fokozódásával, kutatások szerint kevésbé játszhatott benne szerepet (Pálfai 1994).

Egy 2009-es gazdafórumon végzett kérdőíves kutatásaink alapján a rémi, borotai, jánoshalmi gazdák (homokon gazdálkodók) egyértelműen súlyosnak érzik a vízhiány problémáját, és ők azok, akik a vízhiány mértékét is nagy pontossággal tudták megbecsülni. A jobb talajadottságú területeken és a kistáj mindkét peremétől fokozatosan távolodva a problémát már kevésbé látják súlyosnak, és a Császártöltésen gazdálkodók (Duna-völgye) még a klímaváltozás hazai következményeit (csapadékszőkenés, hőmérsékletnövekedés) sem érzik.

Modern technológiák alkalmazásával (pl. csepegtető öntözés) lehetőség nyílik a megváltozott vízviszonyokhoz való alkalmazkodásra is, azonban ennek a jelentős költségnövekedésével nem sok gazda tud számolni. A homoki gazdák mind károkkal néznek szembe a vízhiány miatt, de művelési-ág váltást kevesen tudtak végrehajtani. A művelési-ág váltást választók a nagyobb vízigényű termelési módokat (kertészet, gyümölcsös) gabona termesztésére, illetve erdősítésre váltották fel.

A vizsgált kistáj és a Duna–Tisza közti homokhátság vízpótlása évtizedek óta foglalkoztatja a kutatókat, az államigazgatást és a vízügyi szakembereket. Azonban a mezőgazdaság számára történő vízpótlás megvalósíthatóságát a közgazdasági szempontok figyelembe vétele kétségesse teszi (a Duna szintjéhez képest minimum 40–60 m-re kellene a vizet felnyomni). Az állattartás és a legeltetés a fennmaradt homoki gyepeken ma is jelentős, a gazdák próbálnak lépést tartani az európai uniós normákkal.



#### 4. Összefoglalás

A Duna–Tisza köze (2010-ig) az elmúlt évtizedek legjelentősebb vízháztartási problémájával szembesült. A vízhiány a természetes élővilág degradációja mellett a gazdálkodásban is érezhető. E cikk ezen régió egyik leginkább érintett kistájának változását és állapotát tekintette át. Illancs tájhasználatában az elmúlt évszázad gyökeres változást hozott: egy nyílt homokpusztagyepekkel, mozgó homokbuckákkal dominált táj mára legnagyobb részében erdővel borítottá vált. Az 1950-es évek túlzott tájhasználatával szinte minden része szántó vagy erdőművelés alá került. A gyümölcsstermesztésnek és a szőlőművelésnek ma kevesebb szerep jut, mint a század közepén, valamint a szántógazdálkodás ma csak az északnyugati löszperemen jövedelmező. A 20. század antropogén és természetes folyamatai jelentős hatással voltak Illancs természetes és természetközeli élőhelyeire is. A száraz élőhelyeken döntően a tájhasználat átalakulása és annak következményei okoztak jelentős változásokat, valamint jelentős veszélyeztető tényező fragmentáltságuk is. A vízhiány jelentőségét a kistáj peremterületei és a buckavonulatok közötti mélyedések látványos szárazodása bizonyítja, amely a vegetáció és a talaj változását is eredményezte. Ma csak a diszkrét mélyedésekben azonosíthatók az egykori üde élőhelyek maradványai, de a talajvízszint-süllyedés következtében ezek az élőhelyek is legtöbbször homoki sztyepprétekbe alakultak át, vagy sztyeppesedő változataik jelentek meg. A települések külterületén fekvő tanyák elnéptelenedése és a kistáj idegenhonos növényekkel való fertőzöttsége pedig jelentősen hozzájárulnak a táj degradációjához.

A térség vízgazdálkodási problémája évtizedek óta foglalkoztatja a kutatókat és a vízügyi szakembereket. A téma az 1990-es évek óta többször került az aktuális kormányok elé, születtek országgyűlési határozatok, nevesítve volt mindhárom Nemzeti Környezetvédelmi Programban. Mindez azt jelzi, hogy a probléma megoldására való törekvés a legfontosabb hazai környezetvédelmi stratégiákban is megjelenik. Az elmúlt évtizedekben számos konferencia, illetve sok tanulmány kereste a választ a probléma megoldására. Kérdésként merül fel ezek alapján: *1. Ha tényleg a klímaváltozás áll nagyobb részben a vízhiány hátterében, akkor érdemes-e a természettel dacolni? 2. Milyen megoldások hozhatnak sikert? 3. Ha megtörténik a vízpótlás, akkor annak a költségét ki viseli majd?*

Tisztázni kellene a vízpótlás lehetőségének reális céljait és lehetőségeit, még akkor is, hogyha ez bizonyos területeken a külső vízpótlás elvetésével jár. A környezetvédelmi stratégiákban pedig meg kellene fontolni az ilyen, és ehhez hasonló környezet-, és klímaérzékeny területeken az általános normáktól eltérő agrártámogatások bevezetését, hogy a megélhetés biztosítása megfelelő keretek közé kerülhessen.

#### Irodalom

- Biró M. 2006: A történeti térképekre alapuló vegetációrekonstrukció és alkalmazásai a Duna–Tisza közén. PhD értekezés. Pécs, 139 p.
- Biró M.–Révész A.–Molnár Zs.–Horváth F. 2007: Regional habitat pattern of the Danube–Tisza Interfluvium in Hungary I. The landscape structure and habitat pattern; the fen and alkali vegetation. *Acta Botanica Hungarica* 49 (3–4). pp. 267–303.
- Borsy Z. 1989: Az Alföld hordalékkúpjainak fejlődéstörténete. *Földr. Ért.* 38. 3–4. pp. 211–224.
- Bölöni J.–Molnár Zs.–Kun A.–Biró M. 2007: Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (Á-NÉR 2007). Kézirat, MTA ÖBKI, Vácrátót, 184 o.
- Deák J. Á. 2006: Morfológia–talaj–növényzet kapcsolatának mintázat-vizsgálata a Dorozsma–Majsai-homokháton. – In: Kiss A.–Mezősi G.–Sümegey Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. Ünnepi Tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére. pp. 123–131.

- Dövényi Z.(szerk) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. MTA FKI, 876 o.
- Keresztesi Z.–Marosi S.–Pécsi M.–Somogyi S. 1989: Természeti tájak rendszertani felosztása. – In: Pécsi M. (szerk.): Magyarország Nemzeti Atlasza. MTA FKI. Bp. pp. 86–87.
- Kovács F. 2006: A biomassza-mennyiség regionális változásainak vizsgálata a Duna–Tisza közén műholdfelvételek alapján. – In: Kiss A.–Mezősi G.–Sümeghy Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. Ünnepi Tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére pp. 413–425
- Kuti L.–Vatai J.–Müller T.–Kerék B. 2002: A talajvíztükör mélységeinek változása a Duna–Tisza közti hátságon. Földtani Közlöny 132. pp. 317–325.
- Ladányi, Zs.–Deák, Á. J. 2009: Case study of a climate-sensitive area on the Danube–Tisza Interfluve. – In: Galbács, Z.(ed.): The 16th Symposium on Analytical and Environmental Problems. pp. 434–439.
- Liebe P. 2000: Az Alföld felszín alatti vízkészlete. – In: Pálfi I. (szerk.): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 6. pp. 105–117.
- Marosi S.–Somogyi S. (szerk.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere I. Bp. 479 o. + térkép-melléklet.
- Mezősi G. 1989: A kistájak természeti adottságainak értékelése a szántóföldi növénytermelés szempontjából. – In: Pécsi M.(szerk.): Magyarország Nemzeti Atlasza. MTA FKI, Bp. pp. 92/A
- Mika J.–Ambrózy P.–Bartholy J.–Nemes Cs.–Pálvölgyi T. 1995: Az Alföld éghajlatának időbeli változékonysága és változási tendenciái a hazai szakirodalom tükrében. Vízügyi Közl., LXXVII. pp. 261–283.
- Miháltz I. 1950: A Duna–Tisza köze déli részének földtani felvétele. Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1950-ről. Budapest. pp. 113–144.
- Pálfi I. 1989: Az Alföld aszályossága. Alföldi Tanulmányok XIII. pp. 7–25.
- Pálfi I. 1994: Összefoglaló tanulmány a Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedés okairól és a vízhiányos helyzet javításának lehetőségeiről. In: Pálfi I. (szerk.): A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. pp. 111–126.
- Pálfi I. 2000: Az Alföld belvízi veszélyeztetettsége és aszályérzékenysége. In: Pálfi (szerk.): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány Kötetei 6. pp. 85–96.
- Rakonczai, J. 2007: Global change and landscape change in Hungary. Geografia fisica e dinamica quaternaria. 30, 229–232.
- Rakonczai J.–Bódis K. 2002: A környezeti változások következményei az Alföld felszín alatti vízkészleteiben. In: Jakucs László, a tudós, az ismeretterjesztő és a művész. Pécs. 227–238.
- Rakonczai J.–Ladányi Zs.–Boudewijn van Leeuwen 2009: Kísérlet egy alföldi táj klímaérzékenysége meghatározására távérzékelési adatok segítségével. In: Pajtókné Tari I.–Tóth A.(szerk.) Változó Föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés. EKF Földrajz Tsz. pp. 139–147.
- Rónai A. 1961: Az Alföld talajvíztérképe. Magyarázó a talajvíztükör felszínalatti mélységének 1:200 000-es méretarányú térképéhez. MÁFI, Bp. 120 o.
- Szalai J.–Nagy Gy. 2006: Az utóbbi évtized időjárási eseményeinek hatása a talajvízszintek alakulására a Duna–Tisza közén. Magyar Hidrológiai Társaság XXVI. Hidrológiai Vándorgyűlése. Pécs.
- Szalai S.–Szentimrey T. 2001: Melegedett-e Magyarország éghajlata a XX. században? In: Szász G. (szerk.): Berényi Dénes szül. centenáris jubileumi tud. ülése. DE-MTA–OMSZ, 15 o.
- Szanyi J. – Kovács, B. 2009: Egyesített 3D hidrodinamikai modell a felszín alatti vizek használatának fenntartható fejlesztéséhez a magyar-szerb országhatár menti régióban. INTERREG III/A, HUSER0602/131
- VITUKI 2005: A Duna–Tisza köze hidrológiai – környezeti állapotértékelése, VITUKI KHT, Bp.
- Völgyesi I. 2006: A Homokhátság felszín alatti vízháztartása – vízpótlási és vízviSSzartartási lehetőségek. MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. Pécs, 2006.

A kutatás a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” című projekt támogatásával valósult meg.

# A DÉL-KISKUNSÁGI SÖMLYÉKEK VEGETÁCIÓJÁNAK VÁLTOZÁSA

*Margóczi Katalin – Csete Sándor – Molnár Klaudia – Monoki Piroska\**

## 1. Bevezetés

A Dorozsma-Majsai homokhát kistáj a Kiskunsági-homokhát keleti lejtőjén található (Margóczi és Aradi 2008). A kistáj homoktalaj alapmátrixába szélbarázdák, deflációs laposok ékelődnek, melyeket a helyi lakosok sömlyéknek neveznek. 1989-ben az Ásotthalmi Láprét Természetvédelmi Terület („Csodarét”) felfedezése hívta fel a természetvédők figyelmét erre a tájra. A kultúrtájba szigetszerűen ékelődő mindössze 95 ha-os réten 22 védett növényfajt találtak eddig (Aradi 2007), de az itt található homoki sztyepprét és kékperjés rét állományok is kiemelkedő értékűek. A környék bejárása során kiderült, hogy még számos értékes vegetációjú sömlyék, pusztafolt-maradvány és szikes-tó található a Dél-Kiskunságban (Margóczi et al 1998). A tervezett Körös-éri Tájvédelmi Körzet ezeknek az értékes területeknek a védelmét szeretné biztosítani. Sajnos a Tájvédelmi Körzetet még nem sikerült létrehozni. Bizonyos területek ex lege minősítést kaptak és/vagy a Natura 2000 hálózat részét képezik, de számos értékes terület semmilyen védelmet nem élvez. Védelmük, természetvédelmi kezelésük megszervezése széttagoltságuk miatt is számos nehézséget okoz.

Ebben a cikkben áttekintjük a Dél-Kiskunság tájtörténetét, jellemezzük a sömlyék vegetációját, összefoglaljuk használatukról és kezelésükről meglévő ismereteinket. A Csodarét 1995-ös és 2007-es botanikai felvételezése során nyert adatok alapján megállapítjuk, hogy hogyan változott a vegetációja a közelmúltban.

## 2. Táj történet

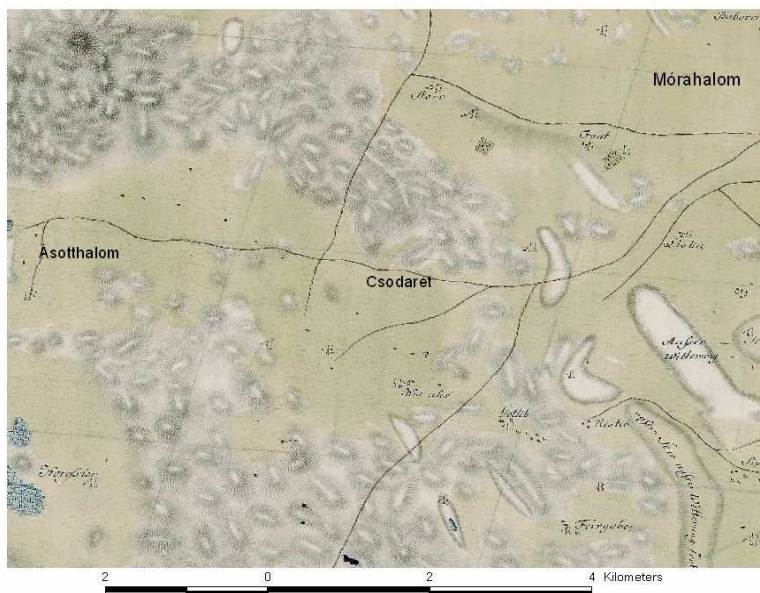
A csodarét környékén, a későbbi Mórahalom és Ásotthalmi települések között az I. katonai felmérés idején (1782–1785) a területen hatalmas kiterjedésű puszták voltak (1. ábra). A fűtengerben szigetszerűen nedvesebb mélyedéseket jelölnek, amelyek nagy része jól megfelel a máig megmaradt üde gyepeknek, mocsaraknak. A terület kisebb részén homokbuckákat jelölnek, amelyeket feltehetőleg szintén homoki gyepek borítottak. Lakott terület nincs, csak szórványos, 1-2 házból álló szállások, körötük néhol kisebb szőlő és gyümölcsös. A sok gémeskút nagy arányú legeltetésre utal.

A Második Katonai Felmérés (1863–1864) térképén látható, hogy az előző térképezés ideje óta eltelt 80 év alatt jelentős tájtalakítás történt a területen (2. ábra). A puszta túlnyomó részét felszántották, a buckásabb, homokosabb területekre szőlőt telepítettek. A térképen a kék (kaszáló, vizes élőhely) a fehér (szántó) és a világos barna (szőlők) színek dominálnak. Falu még mindig nem található a területen, de a tanyák száma megsokszorozódott. Mindenütt meghagyták azonban a mélyebb fekvésű területeket, amit feltehetőleg kaszáltak és legeltettek. Az ábrázolt terület nyugati-délnyugati részén találunk még nagyobb összefüggő legelőpusztákat és telepített erdőket.

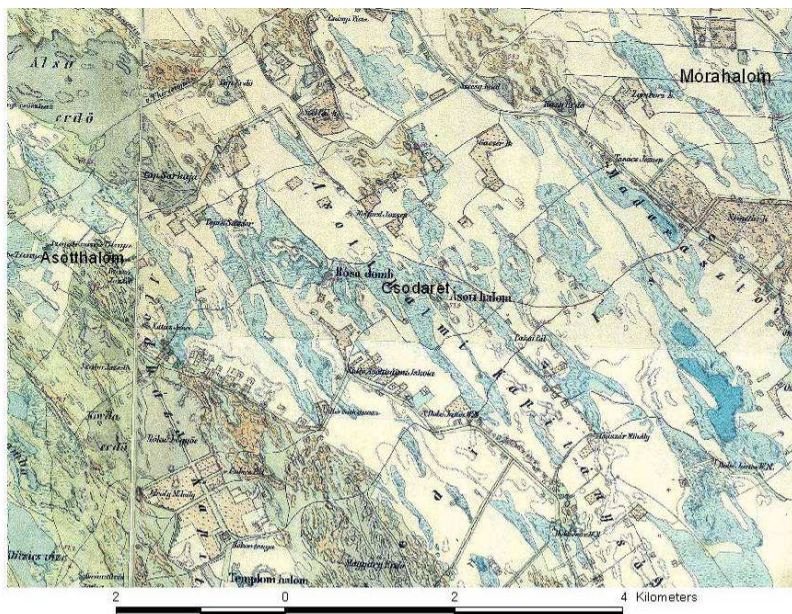
---

\* Dr Margóczi Katalin egyetemi docens, Molnár Klaudia MSc hallgató, Monoki Piroska BSc hallgató SZTE Ökológiai Tanszék, Csete Sándor tud. segédmunkatárs PTE, Növénytani Tanszék

Ha erre a térképre rárajzoljuk a máig megmaradt gyepeket (3. ábra), amelyeket a Nemzeti Ökológiai Hálózat magterületeiként jelölnek (TIR 2010), jól látható, hogy ezek igen jól lefedik a 19. századi nagy tájátalakítás során meghagyott, szántóföldi művelésre alkalmatlan sömlyégeket. Így a sömlyékek vegetációja ősi, elsődleges gyepek tekinthető. A 3. ábrán erdőnek ábrázolt területek többnyire természetvédelmi szempontból értéktelen faültetvények, ezeket a homokbuckás korábbi legelő pusztákra telepítették, mivel ezek alacsony humusztartalmú homoktalaja nem volt alkalmas szántóföldi kultúrák létesítésére.

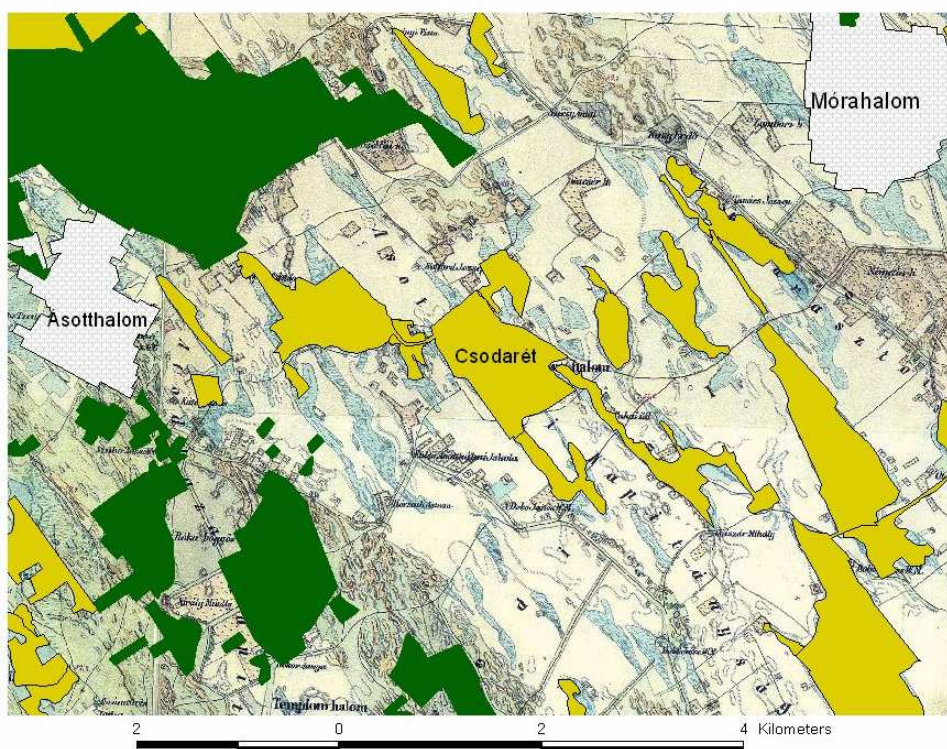


1. ábra. A Csodaréti és környéke az Első Katonai Felmérés Térképén (1782–1785)



2. ábra. A Csodaréti és környéke a Második Katonai Felmérés Térképén (1863–1864)





3. ábra. A Csodarét és a környékén megmaradt gyepfoltok (sárga), telepített erdők (zöld), valamint Ásotthalom és Mórahalom települések a Második Katonai Felmérés térképére ráhelyezve.

### 3. A sömlyékek vegetációja

A sömlyékek északnyugati részein kékperjés és kormos csátés láprétek, a mélyebb területeken magassásosok, zsombékosok (mocsári sás – *Carex acutiformis*, zsombéksás – *C. elata*), nádasok vannak. A szélbarázdák délkeleti lefolyástalan részein szoloncsásos fehértippanos (*Agrostis stolonifera*) szikes rétek, mézpázsitos szikfokok találhatók. A sömlyékek lápréti jellegű részét Deák (2006) igen találóan láprétfőnek, míg a szikesebb részét szikaljnak (vagy székaljnak) nevezte el. A Kiskunsági-homokháttól felől a Tisza felé haladva a szikesek aránya nő a láprétek rovására. A sömlyékeken belüli maradékkerincek a feltört területek vegetációjához hasonló homoki sztyepprétek fragmentumait őrizték meg. A fajgazdag sztyepprétek domináns faja az élesmosófű (*Chrysopogon gryllus*), nevezetesen az egyhajúvirág (*Bulbocodium vernum*), a tarka sáfrány (*Crocus reticulatus*), a tarka nőszirm (*Iris variegata*) és a poloskaszájú kosbor (*Orchis coriophora*); az átmeneti állományokban fordul elő a mocsári kardvirág (*Gladiolus palustris*), tömeges lehet itt a vitézvirág (*Anacamptis pyramidalis*), pókbangó (*Ophrys sphegodes*). A kékperjések értékes fajtái a szibériai nőszirm (*Iris sibirica*), a fehér zászpa (*Veratrum album*), a kornistárnics (*Gentiana pneumonanthe*), a fehér májvirág (*Parnassia palustris*). A szikes réteken tömeges a mocsári kosbor (*Orchis palustris*), kiskécskű aszat (*Cirsium brachycephalum*), vakszikén a pozsgás zsásza (*Lepidium crassifolium*), néhol a magyar sóbolla (*Suaeda pannonica*).

#### 4. A sömlyékek használata és kezelése

A legelőpuszták helyén a 17. században, a kapásnövények elterjedésekor alakultak ki az első igazi tanyák, amelyek már nem csak éjszakai szálláshelyek voltak. A nagy szegedi árvíz (1879) után indult igazán fejlődésnek a tanyavilág, önellátó gazdasági egységekké alakultak (Nagy–Krnács 2002). A tanya szó ekkor egy külön életformát jelentett, amelyben fontos szerepük volt a sömlyékeknek, mint legelőknek és kaszálóknak. A gyepterületek fragmentált helyzete miatt a kaszálás és legeltetés térbeli és időbeli mintázata igen változatos volt. Ez a változatosság biztosította a változatos növényzet fennmaradását. Az 1970-es években a tanyavilág tovább erősödött, eladásra is termeltek, a legelő állatállomány nőtt. Az 1950-es, 1960-as években mezőgazdasági szempontú felmérések után tervek egész sorozata született a gyepek feltörésére, a gyeppjavításra, a megfelelő fajösszetételű legelők kialakítására (Ballabás–Sós 1964), de – szerencsére – a megvalósításig nem jutottak el. A rendszerváltás után a tanyai gazdaságok nehéz helyzetbe kerültek, sok épületet magára hagytak (Nagy–Krnács 2002), a föld parlagon maradt, elősegítve ezzel az inváziós növények és a gyomok terjedését. A legelő állatállomány szinte teljesen eltűnt. A kaszálás, legeltetés elmaradása a sömlyékek vegetációjának megváltozását okozza (nádasodás, elfüvesedés, cserjésedés).

Az elmúlt évtizedekben a talajvízszint süllyedése is veszélyeztette az értékek fennmaradását. A fragmentált elhelyezkedés megnehezíti feltárásukat, megismerésüket; az intézményes természetvédelem működését pedig szinte lehetetlenné teszi. A tulajdoni szerkezet szétaprózott, a területi védettségi kijelölések az értékes területeket nem fedik kellően. Nincs remény arra, hogy természetvédelmi szakemberek gondosan elkészített, részletes kezelési tervek alapján maguk kivitelezzék a szükséges kezeléseket.

#### 5. Az ásoththalmi Csodarét növényzetének változása 1995 és 2007 között

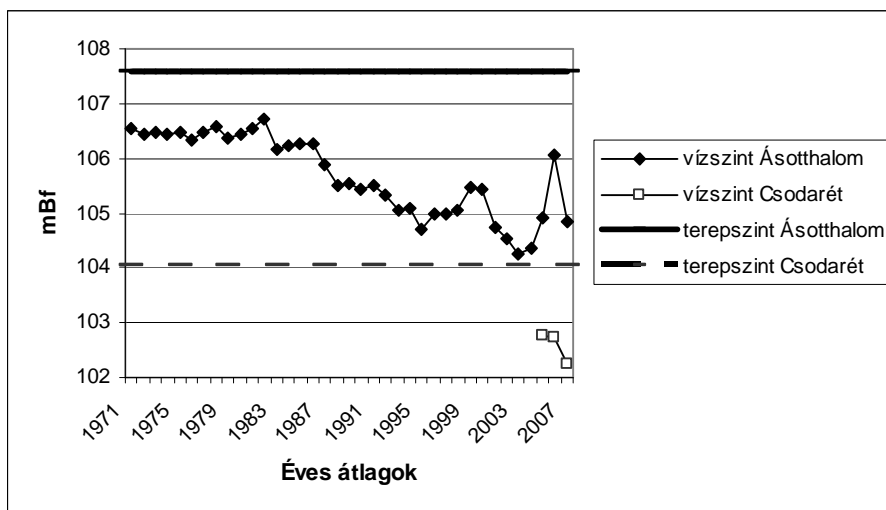
##### 5.1. Az alkalmazott vizsgálati módszerek

A Dél-kiskunsági sömlyékek legértékesebb darabja az Ásoththalmi Láprétek természetvédelmi Terület keleti egysége, amelyet a botanikusok növényzeti gazdagsága miatt Csodarétnek neveznek. 1990-es védetté nyilvánítása után az első részletesebb botanikai vizsgálatát Csete Sándor (1997) végezte el. Diplomamunkájában elkészítette a terület vegetációtérképét, és a vegetációtípusokat 25 db 4x4 m-es cönológiai felvétellel jellemezte, ezek hozzávetőleges helyét 1:10 000 léptékű térképen feltüntette. 2007 évben ArcWiew GIS program segítségével megállapítottuk a cönológiai felvételek EOV koordinátáit, GPS segítségével újra felkerestük a helyüket, és megismételtük a felvételeket, ügyelve arra, hogy az eredetivel azonos hónapban készüljenek a megismételt felvételek. Az 1995-ben készített 25 felvételtől 5-nek a helyét nem tudtuk kellő pontossággal visszakeresni, kettő adatai pedig elvesztek, így a maradék 18-at értékeltük ki. Az 1995-ös felvételeknél a fajok borításértékei AD értékben (5 fokozatú skálán) voltak megadva, ezeket átkonvertáltuk százalékos borításértékekké. Megállapítottuk a különböző víz-indikátorértékű (WB, Borhidi 1993), valamint természetvédelmi értékszámú (VAL, Borhidi 1993) fajok számának és mennyiségének változását a két mintavételi időpont között. Az alkalmazott módszer számos hibalehetőséget hordoz: nem kereshetők vissza még m-es pontossággal sem az 1995-ös felvételek, az AD értékek átkonvertálása is meglehetősen bizonytalan eredményt ad, a vegetáció képét az adott év időjárása is meghatározza. Mégis úgy gondoltuk, hogy érdemes ezt az összehasonlítást elvégezni, hiszen ennél pontosabb adatokkal ilyen időtávlatból sehol máshol nem rendelkezünk a vizsgált térségben.

## 5.2. Hipotézisek

A Vízügyi Szolgálat Ásotthalom településen működő talajvízszint észlelő kútjának adatai azt mutatják, hogy 1982-től a talajvízszint fokozatosan csökkent (4. ábra). Hipotézisünk az volt, hogy kimutatható lesz a szárazodás hatása, és az alacsonyabb WB értékű fajok aránya fog növekedni.

A Csodarét védetté nyilvánításának időpontjától (1989) Magyarországon jelentősen csökkent a legelő állatok létszáma, és így a gyephasználat erőteljes csökkenése következett be. Ennek hatására a zavarástűrő növényfajok mennyiségének csökkenését és a természetes kompetitorok arányának növekedését feltételezzük.



4. ábra. A talajvízszint éves átlagának változása a Vízügyi Szolgálat 2421 számú, Ásotthalom településen lévő észlelőkútjában, valamint a Csodaréten 2004-ben általunk létesített lokális észlelőkútban.

## 5.3. Eredmények

### 5.3.1. A szárazodás esetleges hatásának vizsgálata

A Csodaréten a domborzattól függően különböző vízellátású növénytársulások fordulnak elő. A legmélyebb térszíneken mocsaras, lápos élőhelyeket találunk, legnagyobb kiterjedésben kékperjés láprétek fordulnak elő, a magasabb térszíneken pedig homoki sztyepréteket találunk. Gyakoriak a homoki sztyeprétek és a kékperjés láprétek átmeneti állományai is. Az 1995-ben készített és 2007-ben megismételt cönológiai felvételeink jól reprezentálják ezeket az élőhelytípusokat. A 2007-ben készített vegetációterképen való elhelyezkedésük alapján megállapítottuk, hogy 4-4-4 felvétel volt a mocsaras-lápos, a sztyeppréti és az átmeneti minősítésű vegetációfoltokban, míg a kékperjés rétek foltjaiban 6 felvételünk volt. A következő víz-indikátorérték csoportok arányának változását vizsgáltuk:

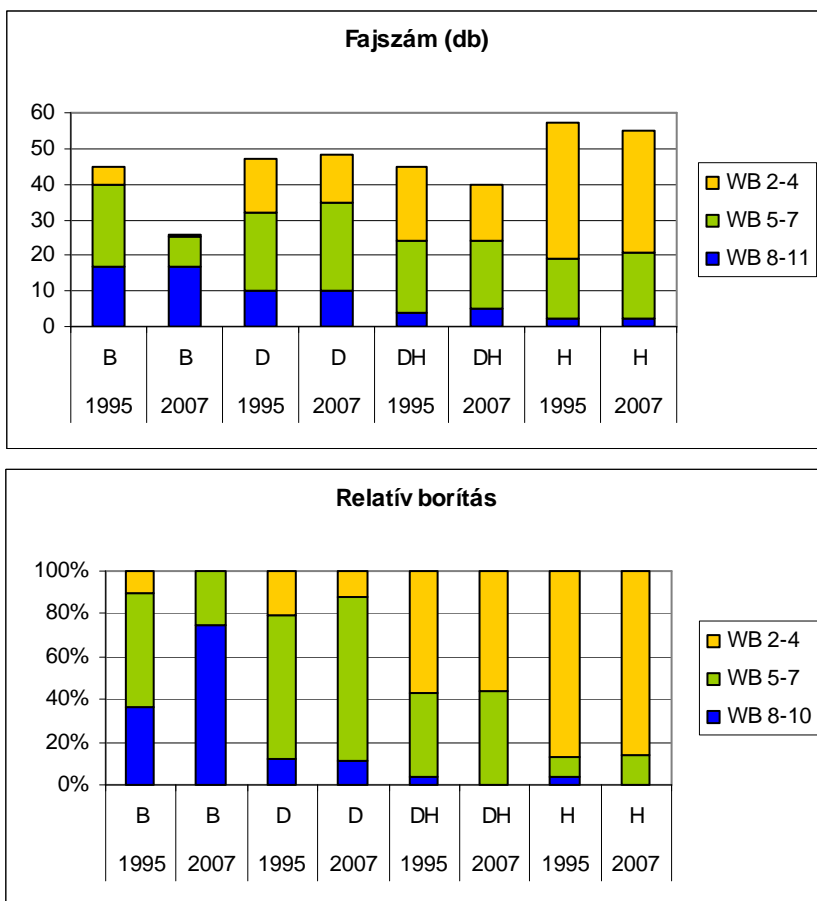
WB 8-10: időszakos vízborítású termőhelyek növényei,

WB 5-7: félüde és üde, nem vizenyős talajok növényei,

WB 2-4: száraz és félszáraz termőhelyek növényei.

Megállapítottuk, hogy a legjelentősebb változás a mocsaras élőhelyeken következett be, ahol csökkent a száraz és az üde termőhelyek növényfajainak száma és relatív borítása is (5. ábra). A többi élőhelytípusban jelentősebb változás nem volt tapasztalható.





5. ábra. A különböző víz-indikátorértékű fajok számának és borítárányának változása a mocsaras (B), lápréti (D), átmeneti (DH) és sztyepréti (H) élőhelyeken.

Tehát a szárazodás hatása vizsgálataink szerint (még) nem észlelhető a Csodaréten. Lehetséges, hogy lokálisan nem csökkent annyit a talajvízszint az elmúlt évtizedekben, mint arra az ásatthalmi észlelőkút adataiból következtetni lehet. Lokális észlelések csak 2005 óta vannak a területen. Az ásatthalmi adatok szerint az 1995-ös év talajvízszintje 73 cm-rel alacsonyabb, mint a megelőző 10 év átlaga, tehát 1995 egy relatíve száraz év volt. 2007-ben is az átlagnál alacsonyabb volt a talajvízszint, de csak 27 cm-rel.

### 5.3.2. A gyephasználat intenzitásának hatása

Borhidi (1993) rendszerében elkülönített szociális viselkedési típusok közül a vizsgált területen a következők fordulnak elő:

rS: Ritka specialisták

S: Specialisták

C: Természetes kompetitorok (társulásalkotók)

G: Generalisták

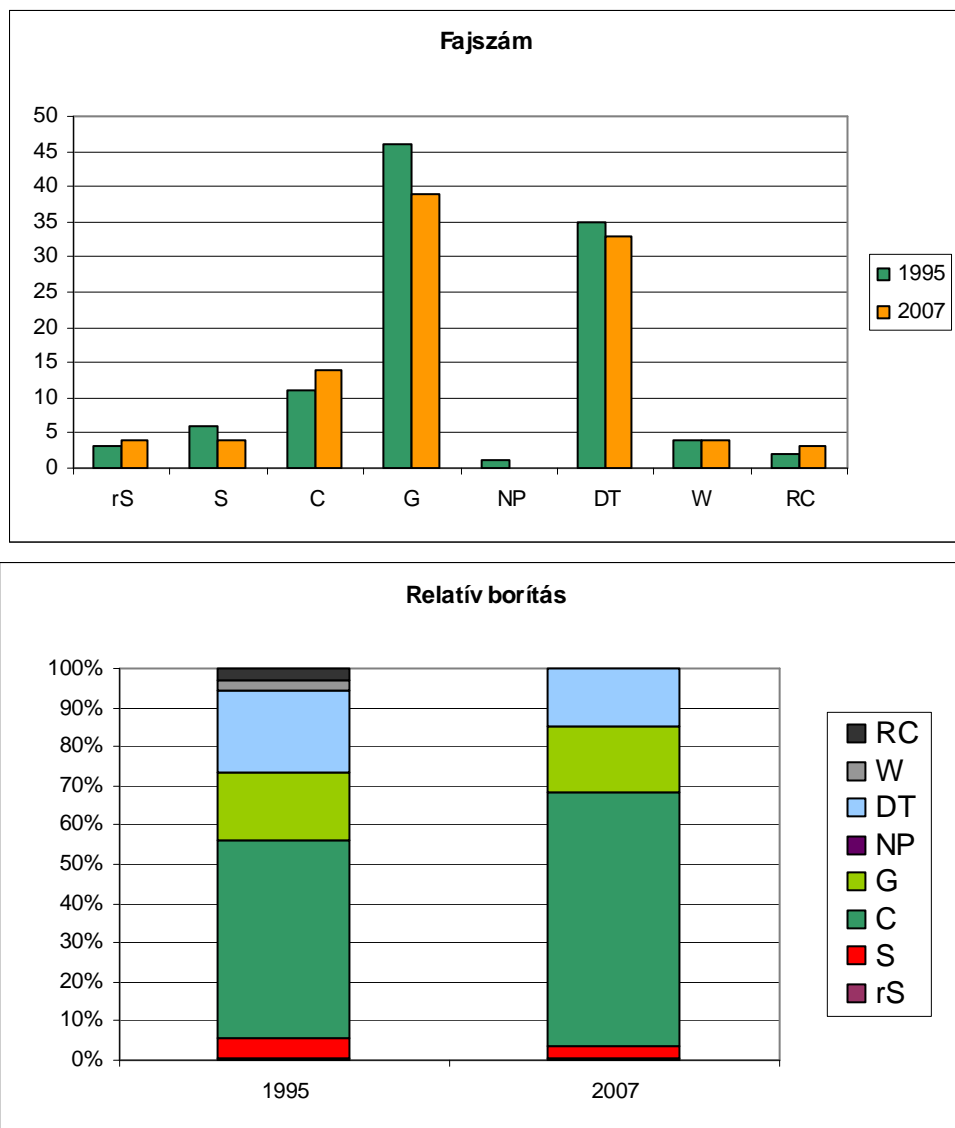
NP: Természetes pionírok

DT: Természetes zavarástűrők

W: Honos gyomfajok

RC: A honos flóra ruderalis kompetitorai

A típusok utáni számok természetvédelmi értékkategóriákat is jelentenek. A különböző viselkedési típusokhoz tartozó növényfajok számának és relatív borításának változását nem élőhely-típusonként, hanem összevontan vizsgáltuk.



6. ábra. A különböző szociális viselkedési típusú növényfajok számának és relatív borításának változása.

Megállapítottuk, hogy a változás itt sem drasztikus, de a domináns, társuláskötő, kompetitor fajok (C) száma és relatív borítása is növekedett, a generalista (G) és a zavarástűrő (DT) fajok mennyisége pedig egyértelműen csökkent. 1995-ben pl. 11 olyan generalista növényfajt észleltünk, amelyeket 2007-ben a felvételekben nem találtunk meg, 2007-ben pedig csak 4 olyan generalista fajt detektáltunk, amelyeket 1995-ben nem észleltünk. Összesen 126 fajt felvételeztünk, ebből 83 faj (66

%) mindkét évben előkerült, 25 faj (20 %) csak 1995-ben, 18 faj (14 %) csak 2007-ben. Ez a változás a gyephasználat csökkenésének hatására következhetett be. A legeltetés és a kaszálás ugyanis a társulásalkotó évelő fajok dominanciáját csökkenti, és elősegíti az alárendeltebb, kisebb kompetíciós képességű növényfajok fennmaradását. Ezt a jelenséget elfüvesedésnek is nevezik, ilyenkor csökken a növényállományban a színező elemek száma.

## 6. Összegzés

A Dél-kiskunsági sömlyékek kiemelkedő természeti értékekkel rendelkeznek, elsősorban botanikai értékeik nevezetesen. A hagyományos, tanyai gazdálkodás során sokoldalúan használták ezeket a területeket. Az iparszerű, nagytáblás mezőgazdaság ezen a tájon nem tudott meghonosodni, de a tanyavilág megszűnése és a legelő állatok szinte teljes eltűnése miatt a sömlyékek használata csökkent, esetlegessé vált. A Homokhátság kiszáradásának problémájával több évtizede foglalkoznak a hidrológusok (Pálfai 1994). Az ásothalmi észlelőkút adatai alapján is mintegy 2 m-es talajvízszint csökkenés mutatható ki a térségben. 1982 óta.

A vegetáció változását állandó mintavételi helyek kijelölésével és hosszú távú, rendszeres monitorozásával lehetne követni, ilyen azonban nem volt a térségben. A Csodarét 1995-ös felmérésének lehetőség szerinti hű megismétlésével kíséreltük meg a változásokat detektálni. Megállapítottuk, hogy a szárazodás hatásai a vegetációban itt (még) nem észlelhetők, azonban a gyephasználat intenzitásának csökkenése a színező elemek mennyiségének csökkenését okozta. Fontos lenne a legértékesebb növényfajok állományváltozásainak követése, de eddig csak a mocsári kardvirág vizsgálatáról vannak adatok az ezredforduló óta.

## Irodalom

- Aradi E. 2007: Védett fajok előfordulása. In: Margóczi K (szerk.): Ökológiai vizsgálatok. Kutatási jelentés a HU-RO-SCG-1/146 azonosító számú INTERREG program keretében végzett munkáról.
- Ballabás S.–Sós B. (szerk.) 1964: Csongrád megye rét és legelőgazdálkodása. Szeged
- Csete S. 1997: Az Ásothalmi Lápérő Természetvédelmi Terület botanikai leírása és növénytársulás-transzformációinak vizsgálata klasszikus cönológiai módszerekkel. Diplomamunka, JATE, Ökológiai Tanszék, Szeged.
- Csete S. 2001: A mocsári kardvirág (*Gladiolus palustris* GAUD.) Duna–Tisza közti populációinak monitoring-vizsgálata. (Kutatási jelentés) 33 o.
- Deák J. Á. 2006: Morfológia–talaj–növényzet kapcsolatának mintázat-vizsgálata a Dorozsma–Majsai-homokháton. In: Táj, környezet és társadalom. SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék – SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged. pp. 123–131.
- Margóczi K.–Aradi E. 2008: Dorozsma–majsai homokhát. In: Király G., Molnár Zs.–Bölöni J.–Csiky J.–Vojtkó A. (szerk): Magyarország kistájainak növényzete. MTA ÖBKI, Vácrátót.
- Margóczi K.–Urbán M.–Szabados B. 1998: „Csodarétek” a Dél-Kiskunságban. – *Kitaibelia* III. 2: 275–278.
- Nagy B.–Krnács Gy. 2002: A tanyarendszer kialakulása Szeged határában. Kézirat
- Pálfai I. (szerk.) 1994: A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3.

# TÁJHASZNÁLATI VÁLTOZÁSOK, TÁJÉRTÉKEK ÉS TÁJVÉDELEM A DUNA–TISZA KÖZÉN

Dóka Richárd\*

## 1. Bevezetés

A táj lényegi tulajdonsága, hogy folytonosan és többé-kevésbé dinamikusan változik. A tájváltozások eredetük szerint *természeti* és/vagy *antropogén változások* lehetnek, a végbemenő változásokat tehát a természeti és társadalmi tényezők külön-külön és együttesen is okozhatják.

Az antropogén tájváltozások esetében a beavatkozások és a változások közötti kapcsolat *közvetlen* és *közvetett* lehet. A beavatkozás közvetlen kapcsolatban áll a tájváltozással, ha a beavatkozás önmagában jelenti a tájváltozást (pl. építés, bányászat), míg közvetett kapcsolatról akkor beszélhetünk, ha az antropogén beavatkozás tájalakító hatása más tájalkotó tényezőn keresztül nyilvánul meg elsődlegesen – többször más földrajzi helyen, mint ahol a beavatkozás történt. A társadalmi tudatosság szintje alapján a tájalakítások és az általuk kiváltott tájváltozások 1. *spontán*, 2. *tudatos*, de a *környezeti következményeket nem kellően értékelő*, valamint 3. *tervezett* folyamatként kategorizálhatók (Rakonczi 2000).

A tájváltozások nemcsak *ökológiai*, hanem *ökonómiai szempontból* is értékelhetők (Lóczy 2002, Kertész 2010). A változások adott szempontok alapján minősülhetnek egyszerűen pozitív, negatív vagy semleges változásnak, de a tudományos munkákban az összetett, számszerű értékelés az elvárt. A szakirodalomban leggyakrabban az ökológiai szempontból negatívnak minősített változások értékelésével találkozhatunk.

A tájváltozások időbeli dimenziója *történeti* és *aktuálisan végbenő* (recens) változás lehet. A múltban lezajlott tájváltozások vizsgálata, mely a jelen tájállapotának helyes értékeléséhez megkerülhetetlen, napjainkban vált divatos kutatási területté hazánkban. A történeti dimenziójú tájváltozások kutatása – földtudományi szemszögből – a történeti földrajz, a paleogeográfia és a történeti tájökológia feladata. Földtörténeti léptékben a történeti geológia hivatott a mindenkori földrajzi környezet kronologikus eseményeinek tudományos feltárására.

A tájváltozásokkal kapcsolatban beszélhetünk a táj állapotának, használatának, értékeinek megváltozásáról is, melyek nyilvánvalóan a tájszerkezet és a táji (védelmi, termelési, szolgáltató stb.) funkciók módosulásával járnak.

A tájak szerkezete *horizontálisan* és *vertikálisan* tagolható. A horizontális tájszerkezet a tájhasználati módok, felszínborítási típusok térbeli vetületét jelenti, míg a vertikális tájszerkezetet a tájalkotó tényezők (közetszféra, domborzat, éghajlat, talaj, élővilág, antropogén tevékenység) egymásra épülő szférái képezik. Ismert, hogy bármely elem megváltozása a tájban a többi rész megváltozását is maga után vonja. A *tájhasználat* (területhasználat, földhasználat) *átalakulása* elsősorban a horizontális tájszerkezet átrendezésével jár, de a táj egyéb alkotótényezőire is hatással van. Az *ökológiai jellegű tájváltozások* jellemzően valamelyik természetes tájalkotó elemet érintik és sok esetben a tájhasználatra is kihatnak.

---

\* Dóka Richárd, tájvédelmi referens, Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kecskemét

A Duna–Tisza közén a közelmúltban és napjainkban tapasztalható tájváltozásokat is a táj szerkezeti felosztásának megfelelően célszerű csoportosítanunk (pl. a természetes domborzati elemek eltűnése és átformálódása, a szárazodás, a gyepművelés felhagyásából, az inváziós fajok terjedéséből származó élőhely-degradációk, az erdőterületek kiterjedése, az újfajta települési szórványok képződése stb.). A témakörben a Duna–Tisza közére vonatkozóan számos különféle megközelítésű tanulmány született.

## 2. A tájértékek és tájpotenciálok minősítése, tájvédelem Magyarországon

A Duna–Tisza közű táj sokszínűsége, természeti, esztétikai és kultúrértékeinek sajátos volta, valamint a térség társadalmi életében betöltött szerepe, szociális-gazdasági termelő funkciója, egyaránt a táj teljesítőképességének fenntartására, a kedvező táji adottságok és a tájértékek megőrzésének feladatára hívja fel a figyelmet. A táj antropogén igénybevétele tájváltozást, a táj teljesítőképességének, természetességi állapotának átalakulását és a tájértékek eltűnését eredményezheti. *A táj teljesítőképességének a fenntartása, a tájértékek és a kedvező táji adottságok megőrzése a tájvédelmen keresztül valósulhat meg.*

A tájvédelem tárgyát, céljait és eszközeit a tudomány és a gyakorlat oldaláról is meghatározhatjuk. Véleményem szerint is a hazai tájvédelmi gyakorlat egyik sajátos vonása, hogy az elméletben meghatározható tárgytól és céljaitól nagymértékben különbözik (Csorba et al 2001).

A tájjal foglalkozó, eltérő szemléletű tudományágak (tájföldrajz, tájökológia, ökológia, tájépítészet stb.) többé-kevésbé egyetértenek abban, hogy *a tájvédelem célja a tájpotenciál és a tájértékek védelme, valamint a tájszerkezet, a tájműködés, a tájfunkciók, a tájjelleg és a tájesztétikai adottságok előnyös vonásainak megőrzése tájvédelmi intézkedések és tevékenységek megvalósítása által* (Csima 1993, Csemez 1996, Csorba 2000, 2009, Duhay et al 2007, Kerényi 2007).

A táj működésében, szerkezetében, jellegében és esztétikai adottságában is lehetnek helyileg olyan vonások, melyek a korábbi állapotokhoz képest torzulást, degradációt mutatnak. Ezért a tájvédelemnek csak a tudományos kritériumok alapján előnyösnek minősített jellemzőkre kell kiterjednie. Az előnyös vonások megállapításának tudományos-szakmai feladata a *tájértékelés* tudományterületére hárul.

A fentiekén túlmenően, a tudományos felfogás szerint a tájvédelem egyúttal *élővilág-centrikus tevékenység* is (Kerényi 2004, 2007). A tájökológiai alrendszer sorából (köztszféra, domborzat, éghajlat, talaj, élővilág, antropogén tevékenység) az élővilág emelhető ki a diverzitása, nagyobb variabilitása, sérülékenysége és veszélyeztetettsége miatt. Ennek megfelelően az *intézményes tájvédelem* is a természetvédelem szakterületén belül jött létre és működik a magyarországi gyakorlatban.

A tájvédelem tárgya a tájökológia és a rokon tudományágak (tájépítészet, tájértékelés stb.) szerint a táj egésze, így tehát nem tesznek különbséget külterület és belterület, vidék és város, illetve a jogilag védett és nem védett tájrészletek között. Joggyakorlati értelemben azonban a tájvédelem két részre bontható: a *tájak kiemelt védelme* és *általános tájvédelem*. A tájak kiemelt védelme a jogilag védett természeti területek (nemzeti parkok, tájvédelmi körzetek, természetvédelmi területek) határain belül érvényes, míg az általános tájvédelmi tevékenység a védett területek határain kívülre is kiterjed (Csima 1993, Csemez 1996, Kerényi 2004, 2007, Tardy–Duhay 2008, Környezet- és természetvédelmi lexikon I-II. 2002).

Az intézményes táj- és természetvédelem csak egy része a tájvédelem elméleti feladatainak megvalósulását támogató szakterületeknek. Tapasztalataink szerint a tájvédelmi célkitűzések gyakorlati érvényesülését a táj- és természetvédelmen túl jelenleg is különböző szakterületek látják el. A különböző tevékenységi körök sorában többek között a környezetvédelem, az ásványvagyon védelme, a termőföld védelme, a településrendezés vagy a műemlékvédelem említhető, melyek a tájvédelem megvalósulásához járulnak hozzá.

Ma Magyarországon a jogi szabályozásnak megfelelően (a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény) a tájvédelem fenti két ága intézményes formában is megvalósul, azonban különböző hangsúllyal. A tájvédelem jelentősége és érvényesíthetősége az értékesebbnek minősített tájrészletekben, a védett természeti területek esetében a nagyobb. A jogi-szabályozási változások következtében a védelem hangsúlya az elmúlt években a tájak kiemelt védelmének irányába tolódott el.

*A táj védelmének elsődleges tárgya a tájértékek és a tájpotenciálok megőrzése.* A tájérték és tájpotenciál rokon értelmű és részben átfedő fogalmak. A tájértéket a gyakorlatban az eszmei érték fogalmával azonosíthatjuk, míg a használati-hasznosítási érték értelemben vett tájérték a tájpotenciál kifejezéssel fed át.

A tájökölógiai szakirodalom közvetlen és közvetett, vagy másképp „kemény” és „lágy” értékekről beszél (Naveh–Liebermann 1994, Mezösi et al 1996). A közvetlen értékek jól mérhetőek, számszerűsíthetőek és közgazdasági szempontrendszer tükröznek. Ilyen például a táj biomassza produkciója vagy ásványi nyersanyag-szolgáltató képessége. A közvetett (eszmei) értékek – mint például a természetvédelmi érték, rekreációs érték, tájesztétikai érték – mérése bizonytalanabb, de meghatározásukra a hazai földrajzi kutatások sorából is több kiemelkedő jelentőségű, érdekes megközelítésű kísérlet ismert, elsősorban a tájesztétikai értékre vonatkozóan (pl. Mezösi 1991, Csorba 2003, Karancsi 2008).

A geográfus szemlélet szerint a tájérték fogalmába a természeti érték is beletartozik. A tájvédelmi gyakorlatban – az intézményes táj- és természetvédelem nevezéktanával (lásd a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvényt) élve – a *természeti (biológiai, földtudományi) értékek, a tájesztétikai értékek és az egyedi tájértékek védelme* áll a középpontban. A természeti érték az ökológiai értelemben kiemelt jelentőségű tájrészleteket, a természeti területeket is jelenti. A tájértékek védelmével párhuzamosan a tájpotenciál, a hagyományos tájszerkezet stb. védelme is megvalósulhat.

A védendő értékek meghatározása során, a tájvédelem gyakorlatában több szempontot vesznek figyelembe. A biológiai természeti értékek minősítésében a legfőbb jellemzők a *ritkaság, természetesség, biodiverzitás, területnagyság, reprezentativitás és a veszélyeztetettség* (Margóczy 1998). A földtudományi természeti értékek meghatározásakor a *ritkaságot/unikalitást, reprezentativitást, természetességet, típusosságot, fejlettséget, diverzitást, veszélyeztetettséget*, stb. javasolja a geográfus szakma figyelembe venni (Horváth 2008). Az egyedi tájértékek esetében a *ritkaságot/unikalitást, különlegességet, típusosságot, sérülékenységet/veszélyeztetettséget, ősiséget/eredetiséget, a tudományos, kulturális és kultúrtörténeti jelentőséget* szokták többek között hangsúlyozni (Csmez 1996, Csima 1998, Mezösi 1998). Látható, hogy az értéktípusok átfedése miatt és természetszerűleg is több azonos minősítési szempontot találunk a különböző értéktípusok között.

A tájökölógiai, tájvédelmi tárgyú munkákban a tájpotenciál elsősorban természeti potenciál értelemben használt, a tágabb értelmű, társadalmi, gazdasági és műszaki aspektust is magába foglaló tájpotenciál-felfogás helyett (Kerényi 2007). A tájpotenciált aszerint minősítjük, hogy a táj milyen mértékben képes egy adott emberi szükségletet, illetve igényt kielégíteni (Lóczy 2002, Kerényi 2007).



A tájpotenciál Haase nyomán az alábbi részpotenciálokból áll: biológiai potenciál, ásványkincs-potenciál, vízpotenciál, éghajlati potenciál, energiapotenciál, termékenység potenciál, tájképi potenciál, beépítési potenciál, hulladék-elhelyezési potenciál, rekreációs potenciál (Haase 1978, Lóczy 2002, Mezősi 2003, Kerényi 2007). *A tájvédelmi gyakorlatban közvetlenül a biológiai és a tájképi potenciál védelme valósul meg, de a tájvédelmi célú döntések több esetben a víz- és a rekreációs potenciál fenntartása szempontjából is kiemelkedő jelentőségűek.*

### 3. A Duna–Tisza köze néhány jellemző és védendő tájértéke

Az alábbiakban a Duna–Tisza köze tájértékei közül néhány olyan jellemző tájértéket mutatunk be, mely a tájvédelmi gyakorlat számára is védendő (eszmei) értéket jelent. A tájértékeket a következőképpen csoportosítottunk: földtani, felszínalaktani, hidrológiai, talajtani, biológiai, tájképi és kultúrtörténeti értékek. A védendő értéké minősítéshez három kiemelt szempontot, a ritkaságot, a természetességet és a reprezentativitást vettük figyelembe. Az egyes képződmények több kategóriába is besorolhatók, mi azonban csak egy helyen említjük őket.

A Duna–Tisza köze *földtani értékei* közé tartozik két szilárd kőzetféleség: a réti mészkő (dolomit) és a csillige. Mindkét képződmény jellemző a térségünkre, de csak néhány helyen jelenik meg. A réti mészkőről több tudományos publikáció is született, de a csillige még a tudomány előtt is viszonylag ismeretlen.



*1. kép. Kopár csilligés a fülöpházai homokbuckásban*

A csillige egy felszíni előfordulású, negyedidőszaki homokkőfajta, mely a Duna–Tisza közti hátság homokbuckásainak tetőszintjében, kopár környezetben fordul elő. A talajfelszínen töredezett darabokban vagy eltemetve, vékony kéreg formájában találjuk meg. Kőzettani összetétele alapján egyértelműen homokkőnek kell tekintenünk (Molnár Béla szóbeli közlése). A „csilligés” kifejezés a tájnyelvből származik. Olyan homokbuckás, rossz minőségű földet jelent, ahol a csillige megtalálható (Új Magyar

Tájszótár 1. 1979). Ez utal arra, hogy közvetlen környezetét szélsőséges, igen száraz termőhelyi viszonyok jellemzik. A csilligéhez nagyon hasonló, a gyakran szinonim értelemben használt, a helyiek által csak „macskaszarként” emlegetett képződmény, mely hosszú, elnyúlt hengeres formájáról és a magas karbonát-tartalom okozta fehéres színéről ismerhető fel.

A földtani értékek sorát gyarapítják az ősmaradványokat, ritka ásványokat, konkréciókat magukba foglaló földtani képződmények, mint például a különleges fossziliákban és löszbaba-konkréciókban gazdag Katymár–Madarasi löszfalak, vagy a lápok tőzegei. A Körös-ér mentén gyeptörzsek előfordulásáról is beszámolnak (Gaskó 2009).



2. kép. Eróziós-deráziós völgy az Illancs peremén

A főbb *felszínalaktani értékeket*, többek között a tagolt, bolygatatlan domborzatú ún. akkumulációs homokmezők, azaz a homokbuckások, a jellegzetes mikroformakincsű, mozgó állapotban fenntartott vagy önálló homokbuckák, a deflációs kialakulású semlyékek, a szikes tómedrek, a szikeróziós formakincs elemei (pl. szikpadka, szikér) képezik. Az abrázióval, laterális erózióval alakított magaspartok, a tanúhegyek, az eróziós-deráziós völgyek, az eróziós árkok, a löszfalak, löszmélyutak, sztyeppptálak, valamint az ártéren megtalálható sarlólaposok, ősi folyómedrek, „érvölgyek” is sajátos felszínalaktani értéket képviselnek.

A Duna–Tisza közén gyakori előfordulásúak és jelentős kiterjedésűek a lepelhomokos síkságok, a kevésbé tagolt domborzatú, löszös-futóhomokos felszínek, a löszhátak, löszplatók, övzátany-sorozatok, folyóhátak, valamint a folyótérasszok. Ezek hosszabb ideje antropogén befolyás alatt állnak, ezért felszínalaktani szempontból kevésbé értékesek.

A régiókban megjelenő *hidrológiai értékek* is rendszerint más értéktípussal társulnak. Igazi különlegességnek számítanak a magaspartok oldalában, több helyen fakadó források. Köztük állandóan működő, „forráslápot” (élőhely-tipológiai besorolás

szerint láprét) éltető vízszivárgások is előfordulnak. A lápok, mocsarak, szikes tavak, valamint a morotvák és a holtágak botanikai valamint zoológiai értékeikkel is kitűnnek.

A *talajtani értékek* közül a Duna–Tisza közén a felszíni sókivirágzások említethetők. Elterjedésük különösen a Dunamenti-síkság szikesein jellemző, de a Homokhátság deflációs mélyedéseiben is előfordulhatnak. Az újabb kutatások szerint a különböző helyeken a talajokból egyedi ásvány-összetételű sók válnak ki.

A tájban megjelenő *biológiai értékek* típusainak teljes felsorolására a területi korlátok miatt nem vállalkozhatunk. A természeti területek élőhelyeinek sokfélesége mellett említést érdemelnek a természeti területeken esetenként kívül eső táplálkozó területek, fészkek, fészektelepek, jellegfák, történeti jelentőségű fasorok stb. is.

A tájkép minősítéséhez iránymutató módszer a természetesség-eredetiség vizsgálata. A *tájképi értékeket* olyan természetközeli állapotú tájrészekkel kapcsolatban említhetjük, ahol a tájba nem illő, mesterséges anyagokból álló, művi létesítmények nem fordulnak elő. A hagyományos, főként természetes eredetű anyagokból álló művi elemek (pl. tanyák) már a táj részének tekinthetők. A Duna–Tisza közén jellemzően a vidéki és a periférikus helyzetű térségekben, *többnyire az intézményesen védett természetközeli tájrészekben találjuk a tájképileg legértékesebb területeket.*

Kevésbé vonzó, de szintén védendő tájkép jellemző az újkeletű művi tájelemekkel nem terhelt, megművelt (szántó-, erdészeti, kertgazdálkodási hasznosítású) tájrészekre. A lokálisan megjelenő, ipari jellegű és tájesztétikai szempontból kifogásolható területek a tájképvédelem számára érdektelenek. A Duna–Tisza köze az antropogén befolyásoltág általános jellege miatt ma már csak kis hányadban ad helyet igazán értékes tájképi tájrészeknek.

A *kultúrtörténeti értékek* sorából csak néhány értékesebb és jellemző típust említünk: kunhalmok, földvárak, templomok, régi építésű, eredeti állapotában megőrzött tanyák, kúriák, népi barokk homlokzatú lakóházak, présházak, pincék és csárdák, háttérjelző objektumok, régészeti lelőhelyek, tanyai temetők, fészletek, arborétumok, emlékhelyek. E helyen közülük csak két általánosan fellelhető kultúrtörténeti értékről ejtünk röviden szót: a tanyákról és a kunhalmokról.

Az Alföld jellegzetes településformája és egyben kultúrtörténeti értéke a tanya. Természeti és gazdasági okokra visszavezethetően a legnagyobb sűrűségben napjainkban a Duna–Tisza közti hátság homokos térszínein találhatók meg. A tanya története során többször átalakult, funkciója és szerepe a társadalmi-gazdasági körülményeknek megfelelően formálódott. A társadalmi-gazdasági változásokkal párhuzamosan változott táji-építészeti megjelenése is. *A szüntelen változó társadalmi-gazdasági körülmények ellenére számos ősi és eredeti stílust hordozó tanya maradt fenn napjainkra is,* de végleges elhagyásuk és lakosaik elhalálózása miatt jelentősen felgyorsult pusztulásuk.

Jóllehet az ősi és eredeti stílusban fennmaradt tanyák tájvédelmi szempontból kiemelt jelentőségűek, az intézményes tájvédelem önállóan nem rendezheti sorsukat. Az anyagi ráfordítások mellett fenntartásukhoz a helyben lakás vagy a rendszeres kijárárs elengedhetetlen feltétel.

Egy másik jelentős és gyakran előforduló kultúrtörténeti tájérték térségünkben a kunhalom. A kunhalom egy összefoglaló elnevezés, mely a Duna–Tisza közén is különféle ősi eredetű földművet és természetes magaslati pontot jelenthet (Balázs 2006). Kultúrtörténeti jelentőségükön túl geomorfológiai, tájképi és biológiai értékek hordozói is lehetnek. Az ősi eredetű, ember alkotta földművek főként az ártéri tájakra és a lözsiságokra jellemzőek, de a Homokhátságon is megtalálhatók.





*3. és 4. kép. Hagyományos tanya és melléképületei*



#### **4. A tájhasználati változások főbb tendenciái a Duna–Tisza köze középső részén**

Az elmúlt néhány évtizedben a Duna–Tisza közén is mélyreható változások történtek a táj használatában. A változásoknak elsősorban társadalmi-gazdasági és politikai okai vannak, mint pl. az urbanizáció és szuburbanizáció, a társadalmi átrétegződés, az infrastrukturális fejlesztések és modernizáció, uniós csatlakozásunk és a gazdaságpolitika átalakulása, a privatizáció, a kárpótlás, a külföldi működő tőke és új pénzügyi támogatási formák megjelenése, a mezőgazdasági termelés visszaesése, védett természeti területek létrehozása stb.

A kiváltó tényezők ökológiai következményeihez képest a tájban bekövetkező hasznosítási változások könnyebben megragadhatóak és mérhetőek. Nem mellékes azonban, ha a tájhasználati módok vagy a felszínborítási típusok elterjedését kívánjuk

számszerűsíteni, hogy vidéki vagy városi térségben vizsgálódunk. A tapasztalatok szerint a vidéki térségekben a tájhasználati változások sebessége lassabb és ezek általában több tájértéket is hordoznak.

Tájvédelmi szempontból különösen a közvetlen hatást kiváltó tájhasználati változások a figyelemreméltóak a tájváltozások sorában. A tereprendezéssel, építéssel, bolygatással járó tájhasználat közvetlenül képes megszüntetni egy tájértéket vagy lerontani például a tájképi potenciált.

A horizontális tájszerkezet kiemelt védelmi jelentőségű elemei a természeti területek. Ezek a Duna–Tisza közén jellemzően gyepterületek és vizes élőhelyek, de természet-közel állapotú erdőterületek is nagy kiterjedésben fordulnak elő. Jelentős hányaduk kihirdetett védettségű (nemzeti park, tájvédelmi körzet, természetvédelmi terület, Natura 2000 terület) vagy a törvény erejénél fogva („ex lege”) áll védelem alatt.

Sajnálatos tény, hogy különböző antropogén tevékenységek révén (beszántások, beerdősítések, beépítések) *feltűnően csökken azon természeti területek kiterjedése, melyek védelmét a törvény vagy valamelyik kihirdető jogszabály nem állapítja meg.* A Duna–Tisza közén 1980 és 1998 között a természetközeli gyepterületek közel 15%-a pusztult el antropogén hatásra (Biró et al 2004). A természeti területek fragmentálódása, elszigetelődése, valamint a tájidegen fajok terjedése védelmi helyzetüket, természetvédelmi jelentőségüket is számottevően rontja.

A művelési ág szerint a gyepterületekhez sorolt, természetvédelmi szempontból alig értékes fiatal parlagterületek terjedése is megfigyelhető volt az 1980-es évektől 2000-ig – többek között – Fülöpháza térségében is (Biró et al 2006). A parlagosodás mára feltehetően kevésbé jellemző folyamat, mert az uniós mezőgazdasági támogatások miatt a korábban felhagyott területeket is érdemes lett újra művelésbe vonni ([www.novenyzetiterkep.hu](http://www.novenyzetiterkep.hu)). A parlagok tényleges, ökológiai értelemben vett gyepterületté válása több évtizedes folyamat eredménye.

A szántóterületek közelmúltban és napjainkban zajló, kismértékű csökkenése a fásításoknak és beépítéseknek köszönhető. A szántóterületek beépítések általi csökkenése településeket is magába foglaló kutatási terület elemzése által válik nyilvánvalóvá (Dóka et al 2010).

A legnagyobb arányú változást az erdőterületek, faültetvények térhódítása jelenti. A Duna–Tisza közével hozzávetőlegesen átfedő négy agroökológiai körzet (földrajzi középtáj) területén 1978-ban 45%-os erdőterület-növelést terveztek 2000-re (Láng et al 1983), mely nagyságrendileg meg is valósult. Kecskemét térségében az erdőterületek részesedése 1944-től 2008-ig 5–6%-ról 21%-ra emelkedett. A rendszerváltás óta tapasztalható 5,5%-os részarány-növekedés napjaink dinamikus tájformálására világít rá (Dóka et al 2010). Az új fásítások jellemzően szántóterületre és gyepterületre (főként parlagokra) esnek.

Kertész (2010) adatai szerint 1975 és 1991 között a szőlők és gyümölcsösök együttes területe 13–14%-kal csökkent az általa vizsgált Duna–Tisza közti térségben. Kecskemét hasonló természeti adottságú térségében a szőlő- és gyümölcskultúrák kiterjedése a rendszerváltás óta 2008-ig jelentősen nem változott (Dóka et al 2010).

Jelentős mértékben növekszik viszont napjainkban a települések területe. Elsősorban a nagyobb városok (Kecskemét, Kiskunhalas, Kiskunfélegyháza stb.) területi bővülése figyelhető meg. A lakóterületeken kívül az ipari üzemek és a kereskedelmi-szolgáltatási egységek térfoglalása is a termőföldek számottevő csökkenésével (Farkas–Csatári 2009) és az előzőekben említett tájhasználatok visszaszorulásával jár a

városok peremterületein. A komplex tájhasználattal jellemezhető zártkertek szórványainak besűrűsödése is a szuburbanizációval van összefüggésben.

A települési változások sorába illeszkedik az új típusú szórványok megjelenése a szuburbanizáció által érintett nagyobb települések (pl. Kecskemét) környezetében (Csatári 2006). A külterületen szaporodó új épületek építészeti megjelenése tájvédelmi szempontból több esetben aggályos, mint ahogy az is, hogy a kitelepülési folyamattal párhuzamosan a sokszor 100 évnél is régebbi, hagyományos stílusban megépült, tájértéket jelentő tanyák sorra tűnnek el az elhagyást követő összeomlásuk után. A két különböző irányú folyamat eredményeként a szórványok tájban való eloszlása egyre inkább egyenlőtlennek válik.

Nagyságrendileg nem jelentős tájhasználati változás, azonban tájvédelmi szempontból kiemelendő a víztározási célú vízi létesítmények, halastavak, horgásztavak gyakori létesítése, mivel ezeket többször természetvédelmileg értékes területen alakítják ki. A létesítés a közvetlen fizikai károkozáson túl a terület vízháztartásának számottevő és kedvezőtlen megváltozását is okozhatja.

## 5. A tájhasználat optimalizációja és a tájvédelmi tervezés

A gyakorlati tájvédelem számára nélkülözhetetlen annak ismerete, hogy egy egyedi leg vizsgált antropogén tevékenység vagy létesítmény a táji adottságokhoz milyen mértékben idomul, mennyire „tájbailló”. Nagyobb térleptékekben az adott tájhasználati módok „tájbaillóságát” az optimális tájhasználati térstruktúrától való eltérés határozza meg.

A korlátos kiterjedésű és potenciálú tájakat különböző társadalmi tevékenységeket végző és különböző érdekeltségű tájhasználók veszik igénybe, ezért szükség van annak elméleti és gyakorlati meghatározására, hogy az egyes társadalmi tevékenységi formák hová helyezhetők el optimálisan úgy a tájba, hogy a táj meglévő értékei, adottságai, tulajdonságai ne károsodjanak. Ez jelenti a tájökológia egyik alapfeladatát, a tájhasználat optimalizációját (Miklós 1984, Csorba 2000). A tájhasználat optimalizációja tehát tájvédelmi célokat is szolgál, vagy másképp fogalmazva: a tájvédelem feladata, hogy a potenciálok kihasználásának táji egyensúlyát fenntartsa (Csorba 2000). Minden egyes potenciál egyforma szintű megőrzése vagy bármely károsítás elkerülése csak elméletben létezik, a valóságban és a tájvédelmi gyakorlatban sokszor csak a károsító hatások minimalizálásról lehet szó. A tájdinamikai folyamatok irányainak és az egyes tájfunkciók veszélyeztetettségének (pl. a természetvédelmi funkció) ismeretében a potenciálok ki-egyensúlyozott védelme érdekében prioritási sorrendet kell felállítani közöttük.

A sorrendet célszerű a potenciálok veszélyeztetettségének és a tájhasználati funkciók jellegének (ökológiai-védelmi, gazdasági-termelési, szociális-szolgáltató funkciók) megfelelően megállapítani. A biocentrikus tájvédelem szempontjai alapján kétségtelen, hogy első helyen a természetvédelmi rendeltetésű területek, a biológiai potenciál és a természetvédelmi funkció említendő.

Mivel a valós tájhasználat a táji adottságoknak megfelelő, optimális tájhasználatnál több esetben eltér, a tájvédelem számára is hasznosítható tájrendezési és tájvédelmi tervek, tájhasználati tervjavaslatok szükségesek annak érdekében, hogy a tájvédelmi intézkedések egységes elvek alapján valósulhassanak meg (Csorba 2000, Kerényi 2007, Konkoly Gyúró 2008).

A település- és területrendezési, illetve a természetvédelmi kezelési tervek megfelelő munkarészei (pl. tájképvédelmi szempontból kiemelten kezelt területek) ugyancsak

hozzájárulhatnak a tájvédelmi célok megvalósulásához. A táj- és természetvédelmi szempontokat a területrendezési és kezelési tervezés minden szintjén (országos, térségi-táji, települési-helyi) érvényesíteni kell. Ma Magyarországon az országos szintű tájvédelmi szabályozás ugyan kiforrottnak számít, de a táji-térségi szint „gyengesége” (Konkoly Gyúró 2008) a gyakorlati tájvédelem számára is érezteti a negatív hatását. Sajnálatos módon nem került elfogadásra a Kiskunsági Nemzeti Park térsége területrendezési terve (PESTTERV 1998) sem, jóllehet a térségi szintű rendezési terv érdemben szolgálhatná a tájvédelem ügyét a Duna–Tisza köze változatos és sérülékeny táján is.

## 6. Összegzés

A tanulmányban a magyarországi tájvédelem néhány sajátosságáról ejtettünk szót, és bemutattunk néhányat a Duna–Tisza köze eszmei jelentőségű tájértékei közül. Röviden vázoltuk a tájhasználati változások főbb tendenciáit a Duna–Tisza köze körében. Arra is igyekeztünk rávilágítani, hogy a tájhasználati változások irányai a tájértékek fennmaradási esélyeit is nagyban befolyásolják, ezért nagyobb hangsúlyt kell fektetnünk a tájvédelmi tervezésre és a tájhasználat szabályozására is, amennyiben a tájértékeinket a jövő számára is meg kívánjuk őrizni.

## Irodalom

- Balázs R. 2006: A kunhalmok kataszterezésének tapasztalatai a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság működési területén. Hidrológiai Tájékoztató, 46. évf. 1. sz. 62–64.
- Biró M.–Molnár Zs.–Révész A.–Horváth F.–Vajda Z. 2004: A Duna–Tisza köze történeti és aktuális élőhelytérképei. I. Tájökológiai Konferencia összefoglalói, Szirák, p.22.
- Biró M.–Papp O.–Horváth F.–Bagi I.–Czucz B.–Molnár Zs. 2006: Élőhelyváltozások az idő folyamán. In: Török K.–Fodor L. (szerk.): A Nemzeti Biodiverzitás Monitorozás Eredményei I. Élőhelyek, mohák és gombák. KvVM TVH, Budapest, pp. 51–66.
- Csatári B. 2006: Településföldrajzi vázlat Kecskemétről, egykoron legnagyobb tanyás mezővárosunkról, 2000 táján. In: Blahó J.–Tóth J. (szerk.): Tanulmányok Mendöl Tibor születésének 100. évfordulójára. Orosháza, Pécs, Mendöl Tibor Centenárium Emléki Bizottsága, pp. 99–108.
- Csima P. 1993: Az általános tájvédelem és a természetvédelem. Öko IV. évf. 2–3. sz. pp. 12–18.
- Csima P. 1998: Az egyedi tájértékek kataszterezésének tájépítészeti szempontjai. In: Csima P.–Mezősi G.: Tudományos szempontok az egyedi tájértékek kataszterezéséhez. (Gallé László közreműködésével.) KTM Természetvédelmi Hivatal, Budapest 49 p. + 20 melléklet
- Csemez A. 1996: Tájtervezés – tájrendezés. Mezőgazda Kiadó, Budapest 296 p.
- Csorba P. 2000: A tájökológiai szemlélet érvényesülése a tájvédelemben. In: Schweitzer F.–Tiner T. (szerk.): Tájkutatói irányzatok Magyarországon. Tiszteletkötet Marosi Sándor akadémikus 70. születésnapjára. MTA FKI, Budapest, pp. 25–35.
- Csorba P. 2003: Lehetőségek a tájképi érték monetáris kifejezésére. Tájökológiai Lapok 2003. 1. évf. 1. sz. pp. 7–17.
- Csorba P. 2009: Tájmegőrzési törekvések Európában. In: Szilassi P.–Henits L. (szerk.): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. Században. Tudományos konferencia és műhelymunka tanulmányai, 2010, Szeged (<http://www.geo.u-szeged.hu/tajvaltozas>) pp. 103–107.
- Csorba P.–Novák T.–Kalenyák E. 2001: A magyar tájak védelme az európai uniós csatlakozás küszöbén. Földrajzi Konferencia CD kiadványa. Szeged 15 p.
- Dóka R.–Aleksza R.–Kőhalmi F.–Keveiné Bárány I. 2010: A tájváltozások és a társadalmi-gazdasági viszonyok alakulásának összefüggései a Duna-Tisza köze középső részén. In: Szilassi P.–Henits L. (szerk.): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. Században. Tudom-



- mányos konferencia és műhelymunka tanulmányai, 2010, Szeged (<http://www.geo.u-szeged.hu/tajvaltozas>) pp. 159–179.
- Duhay G.–Csösz M.–Kincses K. 2007: Tájvédelmi kézikönyv. KvVM Természet- és Környezetmegőrzési Szakállamtitkárság (2. kiadás), Budapest, 87 p.
- Farkas J.–Csatári B. 2009: A területhasználat változásai. In: Gazdálkodás 53. 5. sz. pp. 413–423.
- Gaskó B. 2009: Csongrád megye természetes és természetközeli élőhelyeinek védelméről II. Móra Ferenc Múzeum Természettudományi Tanulmányok – Studia Naturalia, Szeged 486 p.
- Haase, G. 1978: Tájhasznosítási feladatok tervezésének és megvalósításának ökológiai-földrajzi alapjai. Földrajzi Közlemények 26. évf. 1–2. sz. pp. 101–117.
- Horváth G. 2008: Természeti, táji értékek számszerű minősítése. In: Csorba P.–Fazekas I. (szerk.): Táj kutatás-tájökológia. Meridián Alapítvány. Debrecen, pp. 73–85.
- Karancsi Z. 2008: Tájértékelés: kérdőíves tájképmínösítés-elemzés. In: Csima P.–Dublinszki-Boda B. (szerk.): Tájökológiai kutatások. A III. Magyar Tájökológiai Konferencia kiadványa. Budapesti Corvinus Egyetem Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest pp. 341–350.
- Kerényi A. 2004: Gondolatok a rendszerszemléletű tájkutatásról és az általános tájvédelemről Marosi Sándor kutatási eredményei tükrében. In: Dövényi Z.–Schweitzer F. (szerk.): Táj és környezet. MTA FKI, Budapest, pp. 243–254.
- Kerényi A. 2007: Tájvédelem. Pedellus Tankönyvkiadó, Debrecen 184 p.
- Kertész Á. 2010: Hogyan értékelhető a tájváltozás? In: Szilassi P.–Henits L. (szerk.): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. Században. Tudományos konferencia és műhelymunka tanulmányai, 2010, Szeged (<http://www.geo.u-szeged.hu/tajvaltozas>) pp. 89–95.
- Konkoly Gyuró É. 2008: A tájkutatás és a tájtervezés perspektívái az Európai Tájegyezmény tükrében. In: Csorba P.–Fazekas I. (szerk.): Táj kutatás – Tájökológia. Debrecen, pp. 31–43.
- Környezet- és természetvédelmi lexikon I-II. 2002. Akadémia Kiadó, Budapest 1152 p.
- Láng I.–Csete L.–Harnos Zs. 1983: A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 265 p.
- Lóczy D. 2002: Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 307 p.
- Mezősi G. 1991: Kísérletek a táj esztétikai értékének meghatározására. Földrajzi Értesítő, 40. 3–4. pp. 251–264.
- Mezősi G. 1998: Az egyedi tájértékek kataszterezésének földrajzi szempontjai. In: Csima P.–Mezősi G.: Tudományos szempontok az egyedi tájértékek kataszterezéséhez. (Gallé László közreműködésével.) KTM Természetvédelmi Hivatal, Budapest 49 p. + 20 melléklet
- Mezősi G. 2003: A tájtervezés és a földrajzi tájkutatás. In: Csorba P. (szerk.): Környezetvédelmi mozaikok – Tiszteletkötet Dr. Kerényi Attila 60. születésnapjára. Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debreceni Egyetem. Debrecen, Debrecen, pp. 181–190.
- Mezősi, G.–Bárány Kevei, I.–Géczy, R. 1996: The future ecological value of the Hungarian landscape. Acta Universitatis Acta Geographica Szegediensis. 35. pp. 21–44.
- Miklós L. 1984: Tájökológiai módszerek a területi tervezésben. Földr. Ért. 33. évf. 4. pp. 303–319.
- Naveh, Z.–Liebermann, A. 1994: Landscape Ecology. Springer, New York 323 p.
- Pestterv 1998: Kiskunsági Nemzeti Park térsége területrendezési terv. (Készítette a Pest Megyei Terület-, Település-, Környezet- Tervező és Tanácsadó Kft. Generáltervező: Burányi Endre. Készült a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Terület- Településtervezési Főosztály megbízásából.) CD-ROM kiadvány
- Rakonczi J. 2000: Antropogén hatásra bekövetkező tájváltozások az Alföldön. In: Schweitzer F.–Tiner T. (szerk.): Táj kutatási irányzatok Magyarországon. MTA FKI, Budapest pp. 37–54.
- Új Magyar Tájszótár 1. 1979. Akadémia Kiadó, Budapest 1054 p.
- Tardy J.–Duhay G. 2008: A tájvédelem helyzete a hazai és nemzetközi elvárások tükrében. In: Csorba P.–Fazekas I. (szerk.): Táj kutatás – Tájökológia. Debrecen, pp. 9–17.
- <http://www.novenyzetiterkep.hu/?q=magyar/eredmenyek/node/151>  
(Helyzetkép Magyarország parlagborítottságáról)

# A NÖVÉNYZET TÁJLÉPTÉKŰ VÁLTOZÁSAI A KISKUNSÁG DÉLKELETI RÉSZÉN

Deák József Áron \*

## 1. Tájföldrajzi besorolás

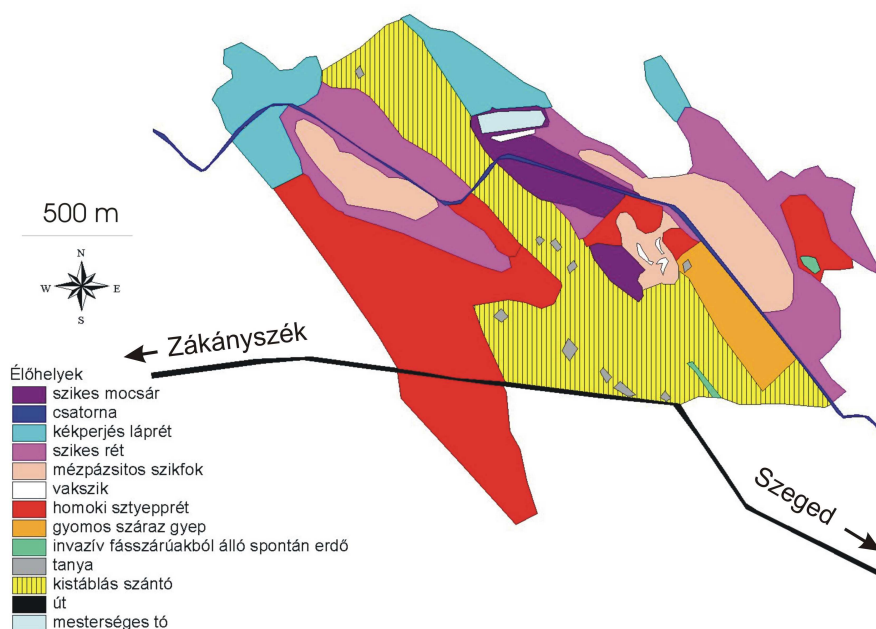
A Kiskunság homokvidékének délkeleti nyúlványát a tájföldrajz Dorozsma–Majsai-homokhát néven említi (Marosi–Somogyi 1990). E kistájat keletről a Tisza ártere, északkeletről a Kiskunsági-löszöshát, nyugatról a magasabb térszínű, buckásabb Bugaci-homokhátság, míg déli–délnyugati irányban a Bácskai-löszhát határolja. E táj így átnyúlik a Vajdaság területére is Szabadka–Horgos vonalában, ahol azt Horgosi-homokhátnak (Horgoška peščara) nevezik (Hajdú-Moharos–Hevesi 1999).

## 2. A felszíni üledékek, morfológiai, hidrogeográfiai adottságok, a talajok és a növényzet kapcsolatrendszerei

A Dorozsma–Majsai-homokhátat jó részt a futóhomokból felépülő *maradékgerincek* és *lepelhomok-hátak* uralják, amelyeket a buckásabb térszínekhez képest termékenyebb *humuszos homoktalajok* fednek. E felszíni formák természetes növényzetét mára szinte a *homoki sztyepprétek* képviselik (1. kép), a természetes erdők (homoki tölgyesek és nyarasok) e tájban szinte teljesen eltűntek. A zártabb homoki sztyepprétek kialakulásához e lankás, szélróziónak kitett felszíneken a felszín közeli réti dolomit, réti mészkő rétegek is hozzájárulhattak, amelyek javítják a homoktalajok vízgazdálkodási tulajdonságát. Garmadabuckák főleg Csongrád és Bács-Kiskun megye határán jelennek meg, amelyek *humuszos homoktalajai* azonban kisebb humusztartalmúak, a beszivárgást lassító rétegek a felszínhez képest mélyebben helyezkednek el, korábban a szélróziónak is jobban ki voltak téve, így növényzetüket *nyílt homokpusztagyepek*, ritkán *homoki galagonyás-nyarasok* és *nyílt homoki tölgyesek* alkotják.

A mészsízzappal, réti mészkővel, réti dolomittal kitöltött *semlyékek* (szélbarázdák, deflációs laposok) *északnyugati* részén *lápi élőhelyek*, míg azok *délkeleti* részén *szikés élőhelyek* találhatók. A láposabb részt *láprétfőnek*, míg a szikesebbet *szikaljnak* hívjuk. Ez utóbbi név egy bordányi gyűjtésből származik, ahol így hívják a semlyékek szikesebb részét. A semlyékek eme kettős jellegét először a Kisiván- és a Sáros-széken írtam le (1. ábra), majd szinte az egész tájban, több száz vizenyős mélyedésben is megtaláltam. A láprétfők jellegzetes élőhelyei a *kékperjés rétek* (2. kép), az *üde láprétek*, a *magassásrétek*, a *sédbúzás mocsárrétek*, a *lápi magaskórósok*, az *üde cserjések*, s ritkán az *alföldi zárt kocsányos tölgyesek*. A *lápi zombékosok*, *tőzegképző nádasok*, *fűzlápok*, *kőris- és égerlápok* a *lápos réti talajú*, magasabb talajvízszintű, legfeljebb nyár végére kiszáradó láprétfők élőhelyei. A lápi élőhelyeket délkelet felé haladva *szikés rétek* (3. kép) váltják, amelyek talaja általában *szolonyeces réti talaj*. A semlyékek délkeleti *szoloncsák* illetve *szoloncsák-szolonyec* talajjal fedett részén, ahol a talaj pH-ja már a felszín közelében is igen magas, s a felszíni sófelhalmozódás jellemző, *mézpázsitos szikfokok* (4. kép) és *vakszikék* (5. kép) jelennek meg. A semlyékek legmélyebb fekvésű részein, ahol nyár közepéig elnyúló dm-es felszíni vízborítás jellemző, *szikés mocsarakat* találunk.

\* Dr. Deák József Áron, tud. munkatárs, PhD, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék



1. ábra. A Kisiván- és a Sáros-szék ÁNÉR-élőhelyterképe

A fenti talaj- és élőhelymintázat kialakulása a felszín alatti vizek (talajvizek) áramlásával, felszíni megjelenésével, és a párolgással magyarázható, de jelentős szerepe van a felszín közeli vízzáró, félig vízzáró rétegeknek is. A Dorozsma–Majsai-homokháton és a homokhátság központi részén lehulló csapadék egy *regionális (táj-szintű) talajvízáramlási rendszert* táplál, ami az üledékrétegek lejtésének megfelelően északnyugatról délkelet felé tart. A semlyékekbe az őket övező garmadabuckák és lepelhomok-hátak felől *lokális talajvízáramlások* is érkeznek.



1. kép. Csomós ebíres homoki sztyepprét, védett poloskaszagú kosborral.  
Kistelek, Müller-szék



*2. kép. Kékperjés láprét szibériai nőszirmmal, peremén ezüstfa, amerikai kőris alkotta fasorral. Jancsár-szék, Domaszék.*



*3. kép. Szikes rét védett kislefűszű aszattal, háttérben mézpázsitos szikfokkal. Kancsal-tó, Rösze.*

A regionális talajvízáramlások először a szélbarázdák északnyugati részén, a láprétfőknél érik el a felszín, amelyek a felszínen vagy a felszín közelében továbbáramlanak a szikaljak felé, ahol a párolgás hatására a talajoldatok sókoncentrációja, pH-ja megnő – kedvezve a szikes élőhelyek kialakulásának. E lokális mintázatból egy *tájszintű élőhely-gradiens* is kirajzolódik. A kistáj keleti szélé felé haladva a semlyékekben nő a szikes élőhelyek aránya, gyakoribbak a mézpázsitos szikfokok, míg kistáj nyugati része felé haladva a lápi élőhelyek válnak gyakoribbá, a szikesek pedig ritkábbá.





*4. kép. Mézpázsitos szikfok pozsgás zsákszával, háttérben ezüstfa és akác alkotta fasorokkal. Kancsal-tó, Rösze*



*5. kép. Vakszik, háttérben mézpázsitos szikfokkal és nádasokkal. Kancsal-tó, Rösze.*

### **3. A kistáj vegetációjának története az elmúlt 200 év során**

A XVIII. század végén a Dorozsma–Majsai-homokhát napjainkhoz képest kevésbé volt lakott, sokkal természet közelebbi képet mutatott (HIM 1764–1787, Jankó–Oross–ELTE 2004). A táj a török hódoltság végére elszennvedett pusztítások nyomait viselte magán még akkoriban is, így e korábban sem sűrűn lakott (Kiskundorozsma, Kiskunmajsa, Kiskunhalas és Szabadka közé eső) területen néhány elszórt tanyán kívül más település nem létezett. A tájhasználatot a talajadottságok és a közigazgatási megosztottság (Kiskundorozsma pusztái a Kiskunsági Kiváltságos Területekhez, Pusztamérges a Jász Kiváltságos Területekhez és nem Csongrád vármegyéhez tartoztak) is

befolyásolta. A gazdasági-népességi centrumoktól távoli, a közigazgatási határok menti területek sokszor kedveznek az extenzív tájhasználati formáknak, ami a természeti területek és értékek fennmaradását is elősegíti. A táj elsődleges hasznosítása az extenzív, legeltető állattartás volt a XVIII. század végén, amely Szeged és Kiskundorozsma számára is jelentős gazdasági bevételt jelentett (Somorjai 1984). A természetes vegetáció kiterjedése utoljára akkoriban volt a legnagyobb. A táj arculatát a homoki sztyepprétek határozták meg, azok közvetlenül határosak voltak a környező lösztájak löszgyepeivel, a Tisza ártér mocsaraival, mocsárrétjeivel és a buckásabb Bugaci-homokhát nyílt homokpuszta gyepeivel. A buckásabb részeken és a túllegeltetett lepelhomokháton a nyílt homokpusztagyepek a jelenleginél jóval gyakoribbak lehettek. A semlyékekben a korábban ismertetett élőhelyzonáció létezett. A jelenleginél több volt a tavasszal vízborította, nyáron vakszikkal, mézpázsitos szikfokkal kitöltött szikes tómeder, főleg a kistáj keleti részén. A táj szinte fátlan volt, a facsoportok az akkor még kis számú tanyák környékére koncentrálódtak. Az első katonai felmérés csak a Zsombói-ösláp környékét jelzi erdőnek. A folyamatos legeltetés miatt az erdők megújulási lehetősége is korlátozott volt. Az első homokmegkötést célzó erdőtelepítése kísérletek 1793-ban a Szeged melletti Nádorhalmi-szőlőkben illetve Kistelek környékén történtek szürke nyárral, amelynek szaporító anyagát (vesszőket) a Maros ártéri Csipkésből hozták. Az 1805-ös Csengelei-, Ásotthalmi- és Köröséri-erdők szürke nyaras telepítéseinek vesszei a kisteleki állományból származtak (Kiss 1939, Gaskó 1999). A homoki sztyeppréteket csak elszórtan, a tanyák közelében szántották be. Nagyobb tanyasűrűség és több szántó inkább csak a kistáj keleti részén (a korabeli Csongrád vármegye területén) Szeged, Kiskundorozsma és Kistelek környékén volt, főleg az ártér pereméhez közel. A szántóföldi művelés akkoriban jobban illeszkedett a talajadottságokhoz.

A XIX. század közepére (HIM 1806–1869, Jankó–Oross–Tímár 2005) intenzívebbé váló emberi tájátalakítást jelzi, hogy a kistáj keleti részén, valamint Csongrád vármegye korabeli területén az Ásotthalom–Ruzsa–Üllés vonalig illetve a Vedreszék–Csengele–Kistelek–Ópusztaszer ívig, a homoki sztyepprétek beszántásával a kistáblás szántók lettek uralkodóak, míg a túllegeltetett buckásabb térszíneket, homoki gyepeket szőlőművelésbe vonták. A legintenzívebb tanyásodás is e területeket érintette. Ebben az időszakban kezd jelentősebben növekedni Kiskundorozsma és Szeged lakossága, ami fontos szerepet játszott a tanyásodás megindulásában. A természetes növényzet így a kistáj e részén a semlyékekre és azok környékére szorult vissza, amelyek lápi és szikes vegetációja még ekkor is még érintetlen volt, bár egyes semlyékekbe ékelt hátaikat már akkor is szántották. A homoki sztyepprétek kisebb foltjai sokszor csak a tanyák körül legelő állatok számára fenntartott legelőkön maradtak fenn. A táj szikes tavai még változatlan formában megvoltak, amelyeken *rendszeressé vált a szik-só-söprés*. Nagyobb nyílt homokpusztagyepekkel, homoki nyarasokkal borított buckák e két tanyásodó pásztában akkor már csak Zabosfán és Bordányon voltak, azokat csak néhol erdősítették, ám a tanyák köré egyre több fát (nyarakat, akácot) ültettek.

Ezzel szemben a mai megyehatár menti buckásabb térszíneken, Kistelek és a Baksi-puszta közt valamint a Dorozsmai-pusztákon továbbra is az extenzív állattartás maradt a jellemző tájhasználat, így a gyepek ott még fennmaradhattak, amelyekbe elszórtan kisebb – mára döntően elpusztult – homoki tölgyes, nyaras foltok ékelődtek (Karahomoki-, Leveles- és Kerek-erdő). A Csengelei-erdő természetesebb foltjai ma már csak facsoportok formájában vannak jelen. A homokmegkötést célzó erdőtelepítések e korszakban vettek nagyobb lendületet, ám azok főleg Csongrád megye délnyuga-

ti részére koncentráltak. Ekkor még főleg hazai nyarakat ültettek, de a tájidegen fajok (akác, erdei fenyő) telepítése is megkezdődött (Kiss 1939, Gaskó 1999). Az új erdőtelepítéseket azonban legelőerdőként használták, s Szeged is igyekezett azokat inkább gyepeként nyilvántartani (Juhász 1991, Gaskó 1999), ami jól jelzi, hogy a külterjes állattartás jövedelmezősége, akkor még igen jelentős volt. Mindez végeredményben az erdőpusztai tájkép fennmaradását segítette elő.

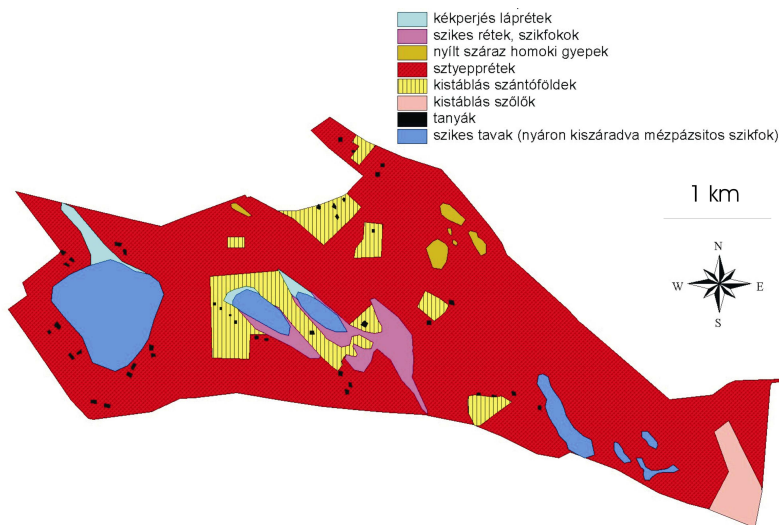
A XIX. század vége és a XX. század első évtizede Szeged gazdasági fejlődésének aranykora (HIM 1872–1887, Biszak et al. 2007). 1886-ra Kiskundorozsmát és pusztáit Szegedhez illetve Csongrád vármegyéhez csatolták. Ettől függetlenül a vármegyehatár menti vagy épp a Dorozsmai-legelők jelentős része továbbra is fennmaradt, s csak kisebb beszántások, szőlőtelepítések történtek. E korszakban a legnagyobb homoki sztyepprét-beszántások Felsőpusztaszeren és Kistelek környékén történtek a tanyavilág kialakulásával párhuzamosan. A semlyékek növényzetét befolyásolta a vályogvető gödrök szaporodása, mivel ezekből nyerték a tanyák építéséhez szükséges építőanyagot. Növényzetük mára részben regenerálódott, de az egyes élőhelyek alakja még utal az antropogén eredetre. E gödrök növényzete igen mozaikos, különösen szikes környezetben, ahol a vízháztartási és sóviszonyok jelentősen befolyásolják a különböző élőhelytípusok megjelenését. Egyes szántók, szőlők (pl. Hantházi-pusztaszer), dohánykertészetek (lásd Kapca-szék környéke Sándorfalván) felhagyását követően a homoki sztyepprétek regenerálódása is megindulhatott. A tanyaszám a már korábban is nagy tanyasűrűségű Csongrád vármegye területén nőtt tovább, míg a kiskun puszták tanyasűrűsége a XX. század elején is kicsi volt. Az 1879-es árvíz azonban újabb lendületet adott a Homokhátságra való kiköltözéshez. A kistáj délkeleti peremén Sándorfalvát közvetlen az árvíz után alapították a Palavicciniek. A XX. század elején megépült két homoki vasútvonal (Szeged–Mórahalom–Halastelek; Szeged–Ruzsa–Pusztamérges) lehetőséget biztosított a megtermelt termények piacra juttatásához (Somorjai 1984, Krajcók 1985), a zöldség (főleg paprika)- és gyümölcsstermesztés (a felhagyott szőlők helyén) szerepének növekedése, s a Klebelsberg Kunó-féle tanyasi iskola-rendszer is elősegítette a tanyarendszer stabilizálódását. Ennek következtében több tanyacsoport is kisebb faluvá fejlődött: Mórahalom 1892-ben, Öttömös és Pusztamérges 1908-ban, Pusztaszer 1934-ben lett önálló község. Csongrád megye határán az erdőborítás csak kis mértékben nőtt tovább, újabb erdőtelepítések inkább a homokhátság keleti peremén (Hantházi-erdő, sándorfalvi Homok-erdő, Pusztaszeri-erdő) történtek. E korszak szegedi erdőfőtanácsosa Kiss Ferenc, „a szegedi erdők atyja” volt, aki a mai szemmel nézve „ökológiai szemléletű” erdőgazdálkodást folytatott felismerve a spontán regenerációs folyamatok szerepét. Ő nyilvánította véderdővé az Ásotthalmi-emplékerdőt 1884-ben, ahol a legeltetés megszűnése után spontán regenerációval az 1930-as évekre 20%-os záródású nyílt homoki nyaras (Kiss 1915, 1939, Kaán 1932, Bodrogek 1981, Gaskó 1999, Molnár–Varga 2006), valódi erdőpuszta jött létre, amely egykoron e táj ősi vegetációját jelentette.

Az emberi tájálalakítás, az utolsó 50 évben gyorsult fel. Az 1950-es évekre egy egyenletesen sűrű tanyahálózat, mozaikos, kiscellás művelési szerkezet alakult ki, amely már az egykori nagy legelőkre is kiterjedt. A kiskun *puszták beszántásával a gyepek végleg a tájban szigetszerűen elhelyezkedő semlyékekre szorultak vissza*, nagyobb kiterjedésű gyepek alig maradtak meg (lásd Vedresszék-pusztaszer, Ruki-legelő, Kisteleki-legelő, öttömösi Baromjárás, Pitricsomi-legelő). Az üde gyepeket, szikes tavakat belvízelvezető csatornákkal kötötték össze, amely az 1960-as évekre már táj-

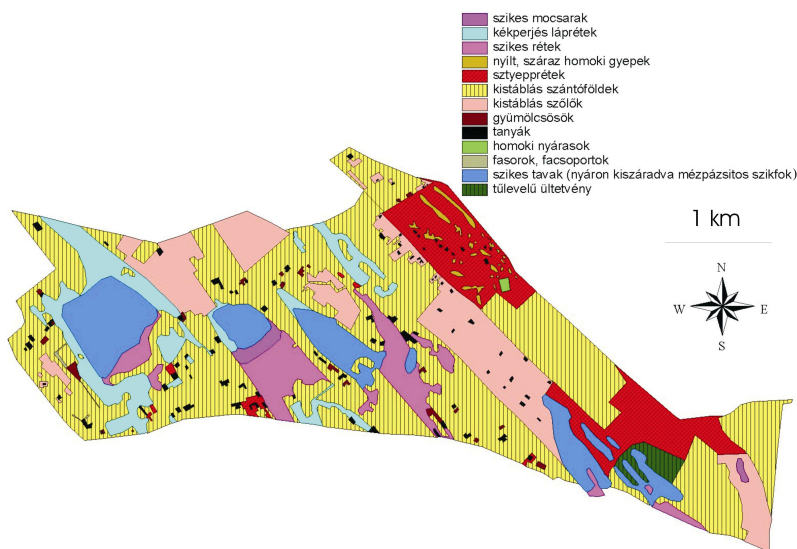


léptékű rendszerre állt össze, így megindult az üde lápi és szikes élőhelyek kiszáradása, pusztulása. A *szikes tavak működése átalakult*, bennük a víz egyre rövidebb ideig áll meg, mert a *csatornák elvezetik róluk a vizet* a Tiszába. Ennek következtében a nyílt vízfelszínű szikes tavak helyét szikes rétek, mézpázsitos szikfokok vették át. A helybéli lakosság nem feltétlen lelkesedéssel élte meg a belvizek levezetését. Az ott élők a semlyékek tavaszi vadvizeit természetes jelenségnek, a jó fűhozam fontos feltételének tekintették. A belvízelvezető csatornák megépítése előtt a táj tradicionális gyepgazdálkodásában átlagos időjárási viszonyok mellett évi kétszeri (tavaszi és nyár végi) kaszálás volt lehetséges, majd ősszel és télen sarjülegeltetés folyt. A semlyékek kiszáritásának következtében azonban a gyep letörpült, a fűhozam csökkent, ami a kétszeri kaszálást a szárazabb években lehetetlenné tette. Ruzsa-Vágón 2002-re a láprétek, szikes rétek kiszáradása olyan nagymértékűvé vált, hogy a korábbi kétszeri kaszálás helyett, ma már csak egyszeri legeltetés lehetséges. A belvízelvezető csatornák hatása azért is káros, mert az elmúlt évek szárazodási folyamatai miatt a Duna–Tisza közén amúgy is lecsökkent a talajvízszint. Az erdősültség a gyorsan növvő, ipari célú fafajták (akác, nemes nyár, fekete és erdei fenyő) telepítése révén növekedett az elmúlt 50 év alatt, ám ezek természeti értéke igen csekély. Az 1950-es évektől kezdve jelenik meg a legtöbb falu e tájban – a Szegedi-puszták önállósulásával. A faluhálózat kiépítése részben a tanyavilág felszámolását is szolgálta, a „jobb életkörülmények” megteremtésével a beköltözést szorgalmazták. Ez ugyan megindította a tanyavilág pusztulását, átalakította a hagyományos tanyasi gazdálkodást, ám ez nem volt olyan nagymértékű, mint a jobb termőképességű talajokkal rendelkező lösz és ártéri tájakban (FÖMI 1977–1983). A nagytáblás szántók kialakítása így kevésbé valósult meg, de nagytáblás szőlők és gyümölcsösök szép számmal létesültek részben a XIX. századi szőlőhegyeken.

*Napjainkban* egyre több szántót hagynak fel e tájban, az egykori nagyüzemi gyümölcsösök, szőlők jó részét napjainkra kivágták a kedvezőtlen időjárású évek és a rosszabb értékesítési lehetőségek miatt. A *felhagyott szántókon* a homoki sztyepprétek regenerációja jó kaszálás, legeltetés esetén, ám a buckásabb térszíneken a nyílt homokpusztagyeppek regenerációja rosszabb az özöngyomok (parlagfű, selyemkóró) terjeszkedése miatt. A természeti adottságok és a periférikus helyzet miatt Bács-Kiskun és Csongrád megye határán intenzívebb a tanyavilág elnéptelenedése, így több a gyomos száraz gyepű parlag és a tájidegen fafajú erdőtelepítés. Annak ellenére, hogy a Homokhátság központ része felől érkező talajvíz-utánpótlás miatt e tájban kevésbé csökkent a talajvíz szintje (Pálfai 1994, Bódis–Rakonczai 2001), mégis a természetvédelem és több helyi gazda is igyekezett megfogni a tavaszi *belvizeket*. A sztyeppesedési és kilúgozódási folyamatok mérséklésére, a szikes és lápi élőhelyek megőrzése érdekében szükséges a *kontrollált vízmegtartás és vízgazdálkodás*, amely nemcsak a természeti értékek megőrzésében, hanem a *gazdálkodási feltételek biztosításában, javításában is fontos*. Száraz években ugyanis a jelenlegi vízlevezető kapacitás túlzott mértékűnek tekinthető, mivel az helyenként az extrém csapadékos évekre lett méretezve. Mivel átlagos csapadéku év alig van éghajlatunkon, ezért a két szélsőség fellépésére számítani kell, amihez a vízgazdálkodásnak is jobban kell alkalmazkodnia. A víz megtartása olcsóbb, mint máshonnan biztosítani a mezőgazdaság és az üde élőhelyek vízigényét. A semlyékeken jelentős problémát jelentenek az *öntözőgödrök*, amelyek a zöldségtermesztés vízigényét igyekeznek kiszolgálni. Ezek a tájesztétikai szempontok mellett párolgási ablakot is jelentenek továbbcsökkentve a kistáj felszín alatti vízkészletét.



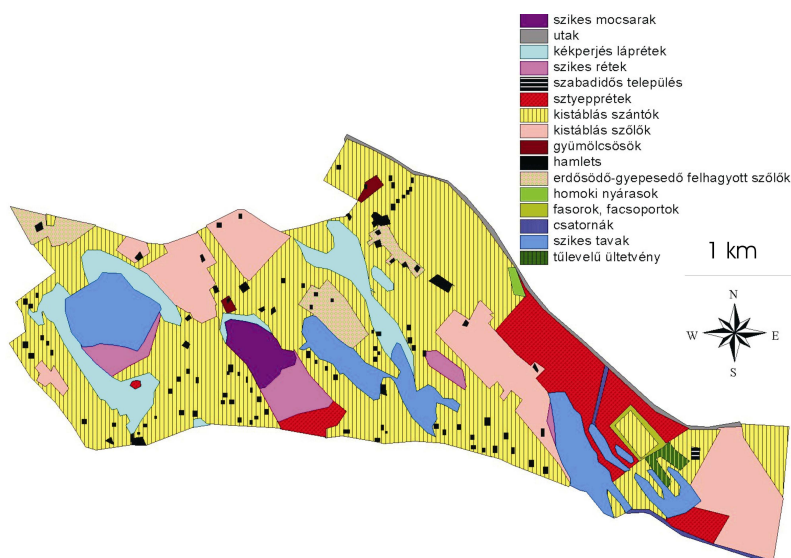
2. ábra. A Lódri-tó és Subasa közti terület rekonstruált élőhelytérképe a XVIII. század végén



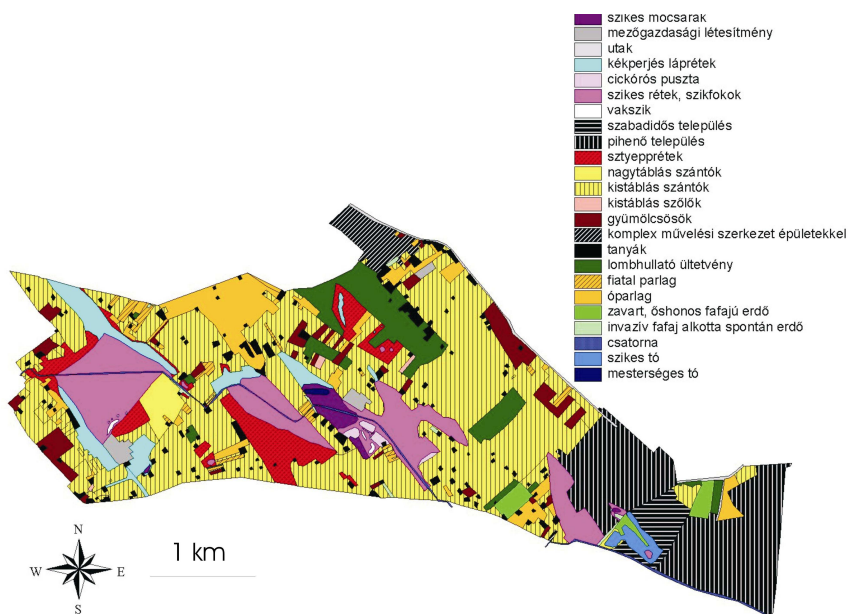
3. ábra. A Lódri-tó és Subasa közti terület rekonstruált élőhelytérképe a XIX. század közepén

Jelentős tájátalakítással járt az *M5-ös autópálya* megépítése, amely több semlyéket és egykori szikes tót metsz. Nem számoltak az északnyugat–délkeleti irányú talajvízáramlásokkal, így az úttest visszaduzzasztja a nyomvonalától nyugatra a belvizeket. Az úttest melletti csatorna továbbcsapolja a talajvízáramlásokat, szárazabb években csökkentve a talajvízszintet. Az állatok számára is használható béka- és vadátjárók hiányoznak. Az építkezés során nyitott homokbányákban szikes mocsarak regenerációja indult meg, a sekély partokon, szigeteken kis lilék, gulipánok, gólyatölcsök és piroszlábú cankók költenek. A szikes vizes élőhelyek rekonstrukciója helyett azonban betemették őket, akácost, nemes nyarast telepítettek rájuk.

A 2–5. ábrák CLC–CÉT élőhelytérképek segítségével 4 különböző időpontban (XVIII. század vége, XIX. század közepe, XX. század eleje, napjaink) mutatják be a fenti változásokat a Domaszéki-kapitányság Lódri-tó és Subasa közé eső sávjának példáján.



4. ábra. A Lódri-tó és Subasa közti terület rekonstruált élőhelytérképe a XX. század elején

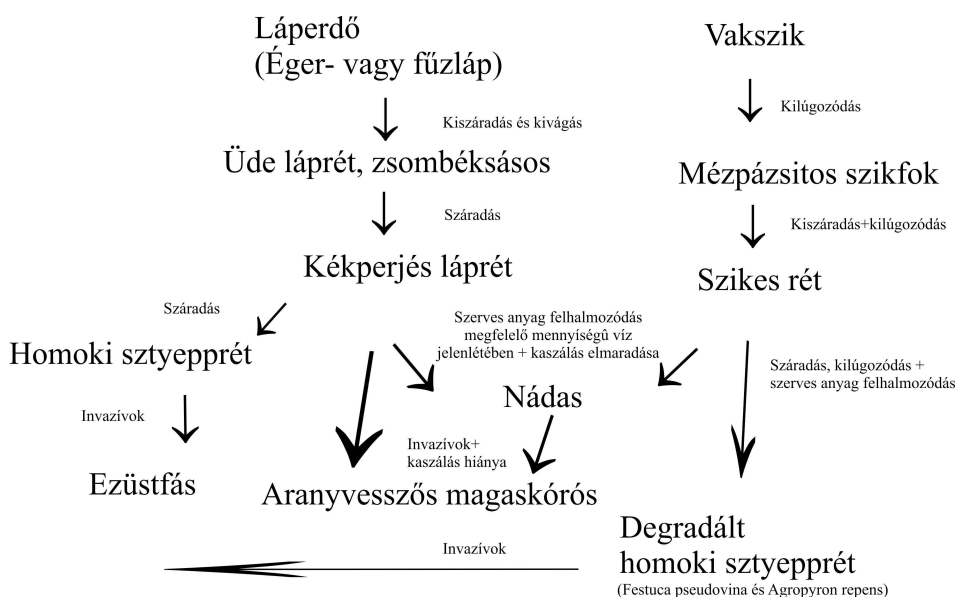


5. ábra. A Lódri-tó és Subasa közti terület rekonstruált élőhelytérképe 2003-ban

#### 4. A Délkelet-Kiskunság növényzetének fontosabb dinamikai, regenerációs és degradációs folyamatai

A növényzet folthatára természetes körülmények közt sem stabil a semlyékekben, hanem az a csapadékviszonyoktól függően kisebb-nagyobb változásokat mutat. A hűvösebb, csapadékosabb évek a lápi jellegű élőhelyeknek, míg az ezeket követő kissé szárazabb melegebb évek a szikes élőhelyeknek kedveznek. A tartósabban pangóvízes semlyékekben szikes mocsarak foglalják el a mézpázsitos szikfokok, vakszikek, szikes rétek, kékperjés láprétek helyét.

A Dorozsma–Majszai-homokhát élőhelyei az antropogén hatások és a környezeti feltételek megváltozása miatt különböző *degradációs folyamatokat* mutathatnak (6. ábra). Az elmúlt évtizedek során csökkenő csapadék és a belvízelvezetés következtében a semlyékek üde rétjei kiszáradásnak indultak (Bagi 1997, Bodrogyó 1977, Margóczy 2001, Deák J. Á.–Keveiné Bárány 2006, Biró 2006, Biró et al. 2007). Az egykori *láperdők* részben klimatikus okok miatt szorultak vissza, jelentős részüket azonban már évszázadokkal ezelőtt kivágták. A kivágott erdők helyén feltehetően egy ideig léteztek *zsombéksásosok*, *üde láprétek*, de mára ezek is megfogyatkoztak. Helyükön kevésbé üde – a láprétfőkön korábban is gyakori – *kékperjés láprétek*, *magassásrétek*, *mocsárrétek* jelentek meg. E láprétek a további kiszáradás miatt *sztyeppesedő kékperjés láprétekbe*, majd *homoki sztyepprébe* alakulhatnak át. A kiszáradással a láprétfők keresztmetszeti zonációja a semlyék közepe felé eltolódik: *a szárazabb körülményeket kedvelő, semlyékperemi élőhelyek az üdebb élőhelyek rovására terjeszkednek*.



6. ábra. A Homokhátság természetes élőhelyeinek degradálódása

A csatornák elősegítik a *szikes élőhelyek* kiszáradását, kilúgozódását, s a sót nem tűrő gyomfajok elszaporodásával a szikesek jellegtelenedését idézik elő. A szikesek kilúgozódása miatt a *vakszikek* mára nagyon *megritkultak*, azok sokszor csak a taposás hatására (legelő állatok, járművek) csupásszá váló pionír szikes iszapfelszíneken, főleg mézpázsitos szikfokokban jelennek meg. A kilúgozódás és a kiszáradás a *mézpázsitos szikfokok szikes rétekké* alakulását is elősegítik. A *kiszáradó, kilúgozó szikes rétek* talajainak szerves anyag tartalma nőhet a kaszálás, legeltetés hiánya illetve a szántott háta felől – a talajvíz vagy a szelek szállította homok révén (Szabados szóbeli közlése) – a semlyékekbe jutó szerves anyagok hatására. Így a szikes rétek *sztyeppesedő szikes rétekké*, majd sovány csenkesz és tarackbúza alkotta *degradált „cickóróspusztaszerű” homoki sztyepprétekké* alakulnak át. A szikes rétek, kékperjés rétek, mocsárrétek, magassásrétek *elnádasodhatnak* megfelelő mennyiségű víz jelenlétében, a kaszálás és legeltetés hiánya, valamint a szerves anyagok felhalmozódása mellett.

A maradékgerincek *parlagjainak gyomos száraz gyepei homoki sztyepprétekké* alakulhatnak, különösen legeltetés, kaszálás hatására évtizedes léptékben – ami igen *pozitív folyamat*. A homoki sztyepprétek regenerációját elősegítik a jelentős számban fennmaradt, egész tájat behálózó, jobb természetességű szigetszerű gyepfoltok, mezsgyék. Az *erdők regenerációs képessége* az őshonos fajok ritkasága és az ősi foltok kis kiterjedése miatt lényegesen *nehezebb*. A fehér nyaras telepítések megfelelő kezeléssel száz év távlatában homoki nyarasokká, a kocsányos tölgytelepítések évszázados léptékben nyílt homoki tölgyesekké vagy zárt alföldi homoki tölgyesekké alakulhatnak át, ám aljnövényzetük továbbra is szegényes maradhat. Gyakoriak a tájidegen fafajokkal elegyes erdők, amelyek szelektív vágással természetesebbé tehetők. A fehér nyár és a kocsányos tölgy arányának növelése kívánatos lenne, mert életképes e tájban.

Az *özöngyomok*, agresszíven terjeszkedő, tájidegen fajok elszaporodása a parlagok gyomos száraz gyep állapotát stabilizálhatja. E fajok megtelepedése a természetes gyepeket kevésbé támadják meg. A *selyemkóró* főleg a kistáj nyugati részének parlagjain jelent gondot, de a telepített erdők (főleg akácok, nemes nyarasok) aljnövényzetében is jelen van. A *parlagfű* a tarlókon, település közeli taposott, túrt, elhagyatott gyomos száraz gyepeken és az 1-2 éves fiatal parlagokon gyakori, később azonban a parlagokról az őshonos gyomok kiszorítják. A kistáj valamennyi telepített erdőtípusában – még a telepített erdei- és fekete fenyvesekben is – jelentősen terjed a *nyugati ostorfa*, amelyet nagy területen telepítettek a kistáj vajdasági részén, de elegyfaként Magyarországon sem ritka. Az *ezüstfa* a homoki sztyeppréteken, gyomos száraz gyepeken jelen van, de erdővé ritkán záródik. E fajt védőfasorként (lásd 2. és 4. kép), vadbúvóként is telepítették szikes tavak, utak, homoki szántók peremére, tanyák környékére. Terjedése mérsékelt, de a homoki sztyeppréteken a legeltetés, kaszálás megszűnésével terjedése a jövőben várható, különösen azért, mert szárazságtűrő. Az *akác*, a *bálványfa* és az *amerikai kőris* terjeszkedése még kevésbé súlyos probléma, telepített erdőkben, tanyák környékén, mezsgyékben, csatornák mentén van jelen nagyobb mennyiségben. Az előbbi két faj inkább a szárazabb gyepekben, míg az amerikai kőris az üdebb, akár szikesebb réteken is megjelenhet. A *gyalogakác* a csatornák mentén terjed a Tisza ártere felől – megnehezítve a belvízelvezetést. Az üde gyepek elnádásodása is megakadályozandó. A lápréteken a *magas aranyvessző* még ritka e tájban, de nyugat felől egyre jobban terjeszkedik, szerencsére kaszálással visszaszorítható (Mihály–Botta–Dukát 2004).

## Irodalom

- ÁESZ 1998a: Erdészeti üzemtervi térképek. Méretarány: 1:20.000. Állami Erdészeti Szolgálat, Szeged.
- ÁESZ 1998b: Erdészeti üzemtervek 1998. Állami Erdészeti Szolgálat, Szeged–Kecskemét.
- Bagi I. 1997: Átalakuló homoki vegetáció a Duna-Tisza közén. *Kitaibelia* 2. pp. 142–159.
- Bíró M. 2006: A történeti térképekre alapuló vegetációrekonstrukció és alkalmazásai a Duna–Tisza közén. PhD értekezés. Pécsi Tudományegyetem, Biológia Doktori Iskola. 139 p.
- Bíró M.–Révész A.–Molnár Zs.–Horváth F. 2007: Regional habitat pattern of the Danube-Tisza Interfluvium in Hungary I. – The landscape structure and habitat pattern; the fen and alkali vegetation. *Acta Botanica Hungarica* 49 (3–4). pp. 267–303.
- Biszak S.–Timár G.–Molnár G.–Jankó A. 2007: A harmadik katonai felmérés 1869–1887. Méretarány: 1:25.000. – DVD, Arcanum Kft–HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára, Bp.
- Bodrogközy Gy. 1977: A pannonicum halopyton társulásainak rendszere és synkológiája. – Kandidátusi értekezés. József Attila Tudományegyetem, Szeged. 144 p.

- Bodrogek Gy. 1981: Hydroecology of the vegetation of sandy forest-steppe character in the Emlékerdő at Ásotthalom. *Acta Biologica Szeged* 27. pp. 13–39.
- Deák J. Á.–Keveiné Bárány I. 2006: A talaj és a növényzet kapcsolata, tájváltozás, antropogén veszélyeztetettség a Dorozsma–Majmai homokhátság keleti részén. *Tájökológiai Lapok* 4 (1), Gödöllő. pp. 195–209.
- FÖMI 1977–1983: EOTR-térképek. Méretarány: 1:10.000. Földmérési és Távérzékelési Intézet, Budapest. Gaskó B. 1999: Csongrád megye természetes és természetközeli élőhelyeinek védelméről III. Adatok a Maros folyó alsó szakaszának élővilágához. *Természettudományi Tanulmányok (Studia Naturalia)* 2. Móra Ferenc Múzeum Évkönyve, Szeged. 282 p.
- Hajdú-Moharos J.–Hevesi A. 1999: A kárpát-pannon térség tájtagolása. In: Karátson D. (szerk.): *Pannon enciklopédia - Magyarország földje. Kertek 2000*, Budapest. 274–284.
- HIM 1764–1787: Első katonai felmérés térképei. Méretarány: 1:28.800. Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára, Budapest.
- HIM 1806–1869: Második katonai felmérés térképei. Méretarány: 1:28.800. Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára, Budapest.
- HIM 1872–1887: Harmadik katonai felmérés. Méretarány: 1:75.000. Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára, Budapest.
- Jankó A.–Oross A.–ELTE 2004: Az első katonai felmérés: a Magyar Királyság. DVD, Arcanum Kft-HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára, Budapest.
- Jankó A.–Oross A.–Tímár G. 2005: A második katonai felmérés. DVD, Arcanum Kft-HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára, Budapest.
- Juhász A. 1991: Erdőgazdálkodás. In: Gál E. (szerk.): *Szeged története 3/1*. Szeged. pp. 325–328.
- Kaán K. 1932: Természetvédelem és Természeti Emlékek. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest. 312 p.
- Kiss F. 1915: Szeged és környéke homokjának fás növényzetéről. *Erdészeti Lapok* 54. pp. 535–539.
- Kiss F. 1939: Szeged erdészete. *Erdészeti Lapok* 79. pp. 1–76.
- Krajkó Gy. 1985: Gazdasági viszonyok. In: Krajkó Gy.–Tamási M. (szerk.): *Magyarország megyéi: Csongrád*. Kossuth Könyvkiadó, Budapest. pp. 87–114.
- Margóczi K. 2001: A vegetációtan természetvédelmi alkalmazása. PhD értekezés, SZTE Ökológiai Tanszék, Szeged. 103 p.
- Marosi S. –Somogyi S. (szerk.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere I-II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. 1023 p.
- MH 1992: Gauss-Krüger topográfiai térképek. Méretarány: 1:25.000. Magyar Honvédség Tóth Ágoston Térképészeti Intézete, Budapest.
- Mihály B.–Botta-Dukát Z. 2004: Özönnövények. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 9. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest. 408 p.
- MNH 1950: Magyar Néphadsereg topográfiai térképei 1950. Méretarány: 1:25.000. MNH Tóth Ágoston Térképészeti Intézete, Budapest.
- Molnár Zs.–Varga Z. 2006: Dunai-Alföld. In: Fekete G.–Varga Z. (szerk.): *Magyarország tájainak növényzete és állatvilága*. MTA Társadalomtudományi Központ, Budapest. pp. 151–195.
- Pálfai I. 1994: Összefoglaló tanulmány a Duna-Tisza közti talajvízszint-süllyedés okairól és a vízhiányos helyzet javításának lehetőségeiről. *Nagyalföld Alapítvány Kötetei* 3. Békéscsaba. pp. 111–123.
- Rakonczi J.–Bódis K. 2001: A geoinformatika alkalmazása a környezeti változások kvantitatív értékelésében. A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. Az I. Magyar Földrajzi Konferencia CD kötet. 15 p.
- Somorjai F. 1984: Csongrád megyei útikönyv. Szeged Tourist Idegenforgalmi Hivatal, Szeged. 328 p.

A kutatás a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” című projekt támogatásával valósult meg.



# VEGETÁCIÓVÁLTOZÁS-VIZSGÁLATOK SZIKES ÉS HOMOKOS MINTATERÜLETEN

*Hoyk Edit – Farkas Jenő – Kiss Tímea\**

## Abstract

A Duna–Tisza közti Homokhátság heterogén térségének földhasználatában a rét és a legelő célú hasznosítás kiemelten fontos. E két tájhasználati forma mind a homokos, mind a szikes, mind a vízjárta területek esetében a természetvédelmi kívánalmak szem előtt tartásával megvalósítható. Ugyanakkor a változó környezeti körülmények között a vegetáció összetétele időről időre átalakul, ami jelentősen befolyásolja azok állatállomány eltartó képességét. Jelen tanulmányunkban a célunk két mintaterület összehasonlítása, amelyek növényzetének felmérése rávilágít a legeltetéssel összefüggő degradációs folyamatokra, valamint a kiszáradóban lévő, Fülöpháza melletti Szappan-szék flórájának átalakulására. E szikes tó és környezete rendkívül sérülékeny, amit a természetkímélő gazdálkodás során maximálisan figyelembe kell venni, különös tekintettel a legeltetésre.

## 1. Bevezetés

Napjaink szélsőséges időjárása valamennyi területhasználati kategória esetében nagy kihívást jelent. Különösen igaz ez az egyébként is érzékenynek minősíthető, adott esetben természetvédelmi oltalom alatt álló területekre, mint például a Duna–Tisza közti Homokhátság homokos, szikes, illetve vízjárta tájaira, amelyek jelentős részén napjainkban állattenyésztés folyik. A legeltetés a természetközeli gazdálkodás elengedhetetlen részét képezi, ugyanakkor a mértékének meghatározása során mindenképpen szükség van annak az egyensúlyi helyzetnek a megtalálására (Penksza et al. 2009), amely a természetes vegetáció fennmaradásának záloga.

Jelen tanulmányunk célja, hogy két általunk választott mintaterület esetében bemutassuk az állattartás hatásait, valamint a környezeti feltételek változásával párhuzamosan a növényzet módosulását.

## 2. Anyag és módszer

A növénytársulások feltárását először a Fülöpháza melletti Szappan-szék esetében végeztük el. Korábbi vegetáció térképek a tó medrének növényzetéről 1987-ből, 1994-ből illetve 2003-ból álltak rendelkezésünkre (Bagi I. 1988, 1989, Fehér B. 2004), amelyet egy GPS-sel támogatott felvételezés keretében egészítettünk ki 2010. nyarán és őszén. Az egyszerűsített társulás kategóriák megtartásával lehetőség nyílt az egyes időpontokra jellemző vegetációk összehasonlítására. A térképek megrajzolását és elemzését ArcGIS 9.2. programmal végeztük el. Az egyes társulás típusok területi borítottságát százalékos értékekkel jellemeztük a különböző években. A legeltetett állatállományról a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságától szereztünk információkat.

---

\* Dr. Hoyk Edit int. igazgató, PhD, Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar Környezettud. Intézet  
Farkas Jenő tudományos segédmunkatárs, MTA RKK Alföldi Intézet, Kecskemét  
Kiss Tímea tanárs., Kecskeméti Főisk. Kertészeti Főisk. Kar Dísznövény- és Zöldségterm. Int.

A Szappan-széktől távolabbi, homokos mintaterületen cönológiai felvételezésre került sor. A felvételi pontok egy állattenyésztő telep közelében, illetve azon belül lettek kijelölve. A legkorábbi cönológiai adatgyűjtések 1997-ből származnak, amelyeket 2005-ben és 2010-ben megismételtünk. A vizsgálatok elsősorban arra irányultak, hogy történtek-e változások az eltelt időszakban a vegetációban. Amennyiben megfigyelhetők változások, akkor ezek milyen irányban változtatják meg az eredeti növényzetarculatát, a társulások fajösszetételét, és ezzel hogyan változtak meg ezekben a dominancia viszonyok. A felvételek három csoportban készültek:

- az első csoportba az állattartó telephez közeli (0–50 m) területek,
- a második csoportba az intenzíven igénybe vett területek, a karámoktól 50–150 m-re,
- a harmadik csoportba a 150 m-nél távolabbi területek tartoznak.

A cönológiai felvételezés során értékeltük a szociális magatartásformákat Borhidi A. (1995) kategóriáihoz igazodva, valamint elvégeztük a természetvédelmi kategóriák besorolását Simon T. (2000) nyomán. Ezzel a külső beavatkozás (legeltetés) vegetációra gyakorolt hatása volt értékelhető. A cönológiai felvételek Braun–Blanquet módszerrel, 2×2 m-es kvadrátokat alkalmazva készültek.

### 3. Eredmények

A Szappan-szék az 1960-as évekig nyíltvízi tó volt, majd az 1980-as évtizedtől kezdődően az alacsony talajvízszintek alkalmával már többször kiszáradt. Emiatt a tómederről 1987-ben készült vegetáció térkép már egy átrendeződött állapotot mutat, ami a szikes tavak jellemző, vízhez kötődő növényzetétől eltér.

A Szappan-szék esetében a tómedret 1987-ben legnagyobb részben kontinentális szukkulens sziki vegetáció (vakszik) borította, amit keskeny zónák formájában szikfok társulás (mézpázsit) és sziki rét övezett. A tómederben meglepedett vakszik ekkor a vizsgált terület mintegy egyharmadát foglalta el, ami a következő időszakban fokozatosan zsugorodott, majd 2003-ra teljesen kiszorult a mintaterületről. Ezzel szemben a mézpázsit 1987–2003 között fokozatosan növelte területi részesedését.

Az 1994-es állapot a mézpázsit elterjedését mutatja a tómederben, amely elsősorban a további száradásnak, illetve részben esetleg a tófenék növekvő szervesanyag-tartalmának volt köszönhető. A tó fokozatos kiszáradásának eredményeképpen a szárazabb sziki rét kategória 1994-re jelentős területet foglalt el, amelynek aránya 2003-ra már nem változott számottevően (kb. 23–26 %).

A 2000. év után (elsősorban 2003-ban) bekövetkező aszályos nyarak hatására – amikor a talajvíz a tófelszínhez képest egy méternél mélyebbre is süllyedt – a tómeder zonációja felborult. Ebben az időszakban társulásokba nem sorolható növényzet jelent meg az egykori mederben. A 2000-ben bekövetkezett rövid vízborítás által nem érintett részeket üdebb és szárazabb sziki rét foglalta el, nagyjából hasonló részesedéssel (21 ill. 26%), a vakszik azonban eltűnt. A társulás típusok közül egyedül a mézpázsit területi részesedése maradt jelentős a tó észak-nyugati részén (mintegy 22%), míg a tómeder nagy területeit társulásokba nem sorolható vegetáció foglalta el (1. táblázat).

A 2010-es állapot több szempontból különleges helyzetet, és jelentős változásokat tükröz. A csapadék éves eloszlása és ezzel párhuzamosan a talajvíz ingadozása tág határok között mozgott, tehát a szélsőséges mértéke növekedett. A 2003-ban felmért növényzeti kép már egy zonáció nélküli állapotot mutatott, ami 2010-ben is jel-

lemzi a társulásokat. Tehát a szikes tavakra jellemző vegetációs zónákat a tómederben már nem lehet nyomon követni. A 2010-es, kiugróan nagy csapadékmennyiség (1070 mm) következtében jelentős változás, hogy egyrészt a nyílt vízfelület ismét visszatért, illetve kitartott az év egészében, másrészt a nedvesebb körülményekre utaló társulás típus – az üde sziki rét (77%-os részesedéssel) – szinte a tómeder egészére kiterjedt. Kivételt jelent ez alól a meder peremterülete, ahol viszonylag éles az átmenet a száraz élőhely felé, valamint a helyenként (elsősorban a tó déli, dél-nyugati részén) megjelenő szikes mocsár. A nyílt vízfelület kisebb foltokban főleg a tó nyugati részén, és az északi területen jelentkezett. A tó elkeskenyedő északkeleti részére szorult vissza a vakszik társulás, valamint a sziki rét és a száraz élőhely közötti átmenetet képviselő élőhely. Az 1987–2010 között lezajlott változásokat az 1. ábra szemlélteti.

1. táblázat: A Szappan-szék társulás típusainak %-os megoszlása

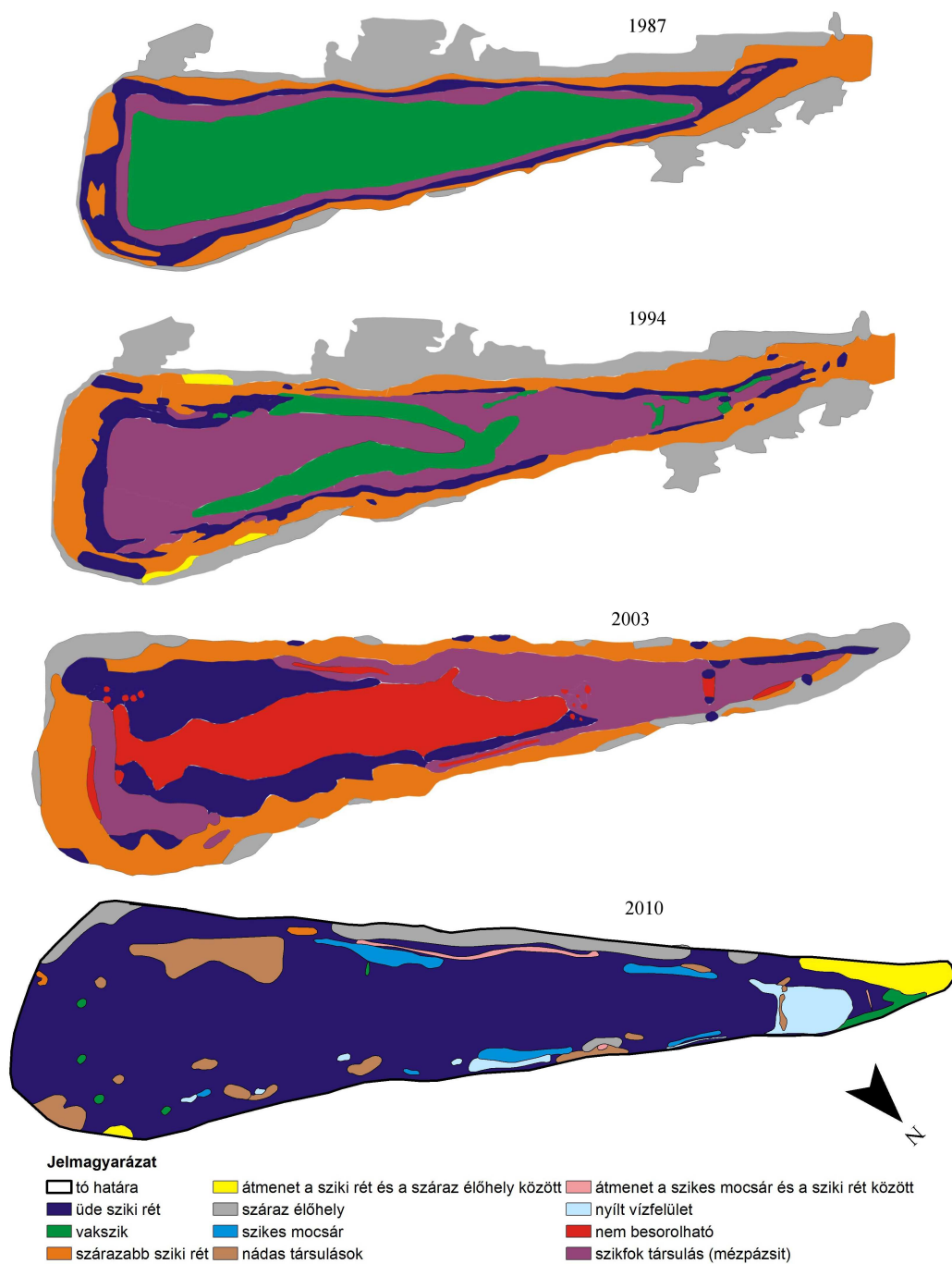
Vegetáció	1987	1994	2003	2010
Vakszik	37,6	9,5	0	0,9
Mézpázsit	10,5	31,1	21,8	0
Üde sziki rét	12	10,2	21,2	77,6
Szárazabb sziki rét	16,5	23,7	26,4	0,3
Száraz élőhely	23,4	24,6	8,5	5,6
Átmenet a sziki rét és a száraz élőhely között	0	0,9	0	2,8
Átmenet a sziki mocsár és a sziki rét között	0	0	0	0,8
Szikes mocsár	0	0	0	2,6
Nádas társulások	0	0	0	6,1
Nem besorolható	0	0	22,1	0
Nyílt víz	0	0	0	3,3

A Kárpát-medence természetes eredetű szikes területeinek kialakulása 20 ezer és 30 ezer évvel ezelőtt kezdődött (Sümei P.–Szilágyi G. 2010), azaz meglehetősen hosszú idő alatt formálódott a táj szikes pusztáinak arculata. Ezzel összevetve az elmúlt 20–30 év földtörténeti léptékben jelentéktelennek tekinthető, mégis az ez idő alatt bekövetkezett változások olyan léptéket értek el, amelyek a *szikes puszták képét alapjaiban változtatták meg*. A szikes jelleg fokozatosan gyengül, ami nyomon követhető a szikes tavak kémhatásának, a talajok sótartalmának, valamint a vegetációnak a változásában is. A folyamat fő következménye a szikes körülményekre utaló társulások fokozatos zsugorodása és eltűnése.

A tó szűkebb (200–400 m) környezetében invazív fajok is megjelentek, amelyek visszaszorításában a terület rétként illetve kaszálóként történő kezelése nagy szerepet játszik. A Szappan-szék esetében a legeltetés hagyományosnak tekinthető. Az 1980-as években, amikor az éves csapadékmennyiség többször 400 mm körül alakult, a legeltetés (elsősorban juhokkal) a tómeder területére is kiterjedt, mert az itt megjelenő növényzet kedvező feltételeket teremtett e tevékenység számára. Ebben az időben az itt legeltetett állatlétszám meghaladta a kétszázat.

Az 1990-es évek közepétől a területen legeltetett birkanyáj létszáma a korábbinak mintegy felére csökkent, és azóta is ezen a szinten állandósult. A legeltetés az év nagy részében nem csupán a száraz tómederre terjed ki, hanem a tó környékének parlagterületeire, felhagyott szántóira is, ahol visszagyepesedés van folyamatban. A Szap-

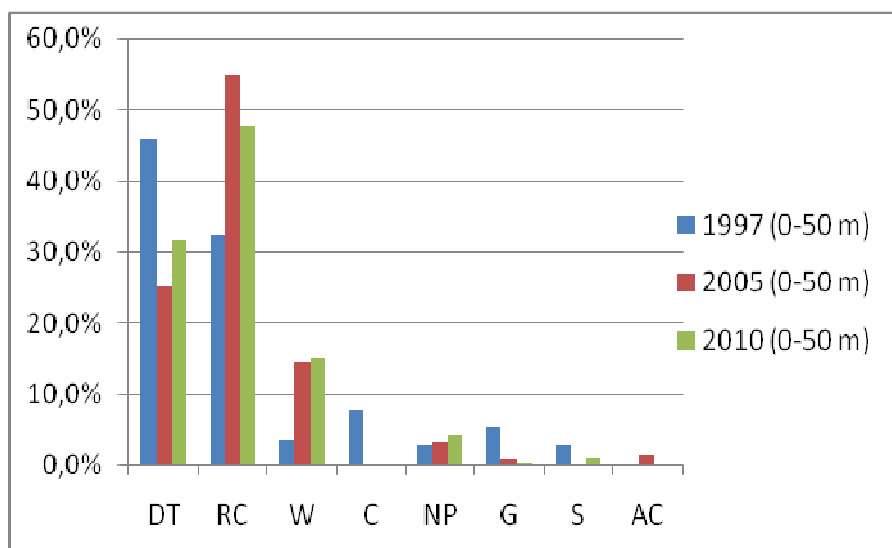
pan-szék szűkebb környezetében megjelenő invazív gyomok (elsősorban selyemkóró) visszaszorításában a birkalegeltetésnek elsődleges szerepe van, tehát ekkora létszámú állatállomány a vizsgált terület természetvédelmi szempontú kezelésében kívánatos illetve megfelelő nagyságú.



1. ábra. A Szappan-szék vegetációjának alakulása 1987–2010 között

A legeltetés mellett a természetközeli vegetáció fenntartásában és az adventív gyomfajok elterjedésének megelőzésében a vizsgált terület kaszálásának is nagy szerepe van, amely a Kiskunsági Nemzeti Park kezelési terveivel összhangban végezhető. Ennek alapján a Szappan-szék esetében a kaszálásra augusztustól kerülhet sor.

Vizsgálatunk másik – Bugac környéki – homokos mintaterülete szintén intenzíven legeltetett. Itt a fajok szociális magatartástípusait, valamint természetvédelmi érték kategóriáit elemeztük, melyek alapján a vegetáció változását az alábbiakban lehet összefoglalni. A karámhoz közeli területeken a vizsgált időszakokban változatlanul magas arányban vannak jelen a természetes zavarástűrő és ruderalis kompetitor fajok. Ezen felül megfigyelhető a honos gyomfajok arányának növekedése. A természetes kompetitorok, a generalisták és a specialisták aránya azonban csökkent az eltelt 13 év alatt. A távolabbi területeken már csökken a ruderalis kompetitorok aránya, azonban a természetes zavarástűrők itt is nagy arányban vannak jelen. Az első és a harmadik kategóriában a 2005-ös évben ugyan nem jelentős részesedéssel, de megjelentek az agresszív fajok is (2. ábra).



2. ábra. A fajok szociális magatartási forma szerinti megoszlása (Bugac, 1997–2010)

Jelmagyarázat: DT: természetes zavarástűrők, RC: ruderalis kompetitorok, W: honos gyomfajok, C: természetes kompetitorok, NP: természetes pionírok, G: generalisták, S: specialisták, AC: agresszív kompetitorok

A természetvédelmi értékkategóriák szempontjából vizsgálva a vegetációt, elmondható, hogy a 0–50 m-ig terjedő kategóriában közel 60%-ban vannak jelen azok a növények, amelyek elviselik a kismértékű zavarást, valamint megközelíti a 40%-ot a gyomnövények aránya. A természetes állapotokra utaló fajok közül minimális mennyiségben jelennek meg a pionír fajok. A középső kategóriában a gyomnövények mellett megjelennek a társulás alkotó fajok, kísérőfajok és a pionír fajok is. A legtávolabbi kategóriákban tovább emelkedik a természetes állapotokra utaló fajok aránya.

#### 4. Összefoglalás

Az 1980-as évekig a Kiskunsági Nemzeti Parkhoz tartozó szikes tavak egyik legjellegzetesebb képviselője volt a Szappan-szék, amelyet nyílt vízfelület az elmúlt évtizedekben csak igen ritkán borított. A kiszáradó tómeder növényzete jelentős változáson ment át az 1987. és 2010. közötti időszakban, amelynek háttérében a rendkívül szélsőséges talajvíz- és csapadékvizonyok állnak.

*A környezeti feltételek változásának legmarkánsabb jellegzetessége éppen a szélsőséges változékonyság, amely miatt nem csupán egy fokozatosan szárazodó vegetáció foglalta el a tómedret, hanem egy leegyszerűsödő növényzeti kép alakult ki.* Ez már nem követi a szikes tavakra jellemző vegetációs zónákat. 2010-ben a szokatlanul nagy mennyiségű csapadék hatására a meder döntő részét üde sziki rét foglalta el, amelyet foltokban tarkítanak a szikes mocsár, a vakszik és a sziki rét társulás kategóriái.

A természetes növénytársulások felbomlottak, a növényzeti kép homogénné vált, és ezzel párhuzamosan egyre nagyobb teret nyernek, nyerhetnek az adventív fajok. Az ellenük való védekezésben a legeltetésnek a Szappan-szék esetében igen fontos szerepe van. A terület jelenlegi állatlétszáma alkalmazkodik a vegetáció által nyújtott feltételekhez.

A másik mintaterület esetében a legeltetett állatlétszám a karám közelében a vegetáció alapján némileg meghaladja a legelő eltartóképességét, amire a vegetáció jelenlegi összetétele, illetve annak az elmúlt 13 év alatt bekövetkezett változásai világítanak rá. Ez tükröződik a karámhoz közelebbi területek zavarástűrő, ruderalis kompetítor, valamint gyomfajokban való gazdagságában is. A távolabbi területeken is magasnak tekinthető a zavarástűrő fajok aránya, ugyanakkor a természetességre utaló fajok nagyobb hányada itt már a legeltetésből következő kisebb igénybevételre vezethető vissza. Az elmúlt évek szélsőséges időjárási viszonyai viszont a szárazságtűrő fajok nagyobb elterjedését eredményezték a mintaterületen, mind a karám közelében, mind attól távolabb is.

Az állattartás zavarást eredményező hatása jól nyomon követhető a természetvédelmi érték kategóriák alapján is. A karámhoz közeli területek növényfajainak többsége nem sorolható a természetes állapotokra utaló fajok közé, és közöttük minimális mennyiségben vannak csak jelen a pionír fajok.

A legeltetett területek vegetációjának felmérése rávilágít a nagyobb állatlétszám degradációt eredményező hatására. Ezeken a területeken jövőbeli feladat a legelő eltartóképességének megfelelő állatállomány nagyságának kialakítása, amely a növényzet természetközeli állapotának az elérését vonhatja maga után.

#### Irodalom

- Bagi I. 1988: The vegetation map of the Szívós-szék UNESCO biosphere reserve core area, Kiskunság National Park, Hungary. In: Acta Biologica Szegediensis, Szeged 36: pp. 27–42.
- Bagi I. 1989: The vegetation map of the Szappan-szék UNESCO biosphere reserve core area, Kiskunság National Park, Hungary. In: Acta Biologica Szegediensis, Szeged 34: pp. 83–95.
- Borhidi A. 1995: Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. Acta Bot. Sci. Hung. 39: pp. 97–181
- Fehér B. 2004: A fülöpházi szikes tavak vegetációtörténete. Szakdolgozat, Szeged, 61 o.
- Penksza K.–Szentés Sz.–Tasi J. 2009: Gyepetakarmány-termesztéstől a természetvédelmi gyepgazdálkodásig, gyeprétek, gyepértékelések. In: Tájökológiai Lapok 7 (1) pp. 9–38.
- Simon T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. Tankönyvkiadó, Budapest



# TÁJVÁLTOZÁS VIZSGÁLATA A SZABADKÍGYÓSI PUSZTÁN

*Barna Gyöngyi\**

## 1. Bevezetés

Napjainkban egyre többfelé látható, hogy a globális környezeti változások jelentős tájátalakulásokat okoznak. A bekövetkezett természeti és antropogén változások hatnak a területek vízháztartási viszonyaira, de a talajszerkezetre is hatással vannak, befolyásolják annak fizikai és kémiai tulajdonságait. Az így módosult környezeti feltételek meghatározzák a növényzet minőségi és mennyiségi összetételét.

Mintaterületünkön, a Békéscsabától délre elterülő Szabadkígyósi pusztán követjük nyomon ezeket a változásokat, ahol az 1970-es években átfogó geomorfológiai, talajtani és botanikai vizsgálatokat végeztek – a terület védettségét előkészítő vizsgálatok részeként (Réthy 1976, Dövényi et al 1977, Kovács–Molnár 1986, Rakonczai 1986a). A kutatás egyik résztvevője 2003-ban egy területbejárás során figyelt fel a szabad szemmel is jelentős változásokra (Rakonczai 2006): a vakszik foltok száma csökkent, a sókerülő növények elterjedtek. Ugyanakkor az is kiderült, hogy az egykori mintavételi helyek pontosan azonosíthatók (az 1977-ben felmért területeket határoló karók maradványai alapján – lásd 1. ábra). Ez lehetőséget teremtett arra, hogy a megállapíthassuk, milyen vegetációs és talajváltozások következtek be bő negyedszázad alatt környezeti feltételek megváltozása miatt. A talajok és a flóra változásának követésére 2005-ben újabb vizsgálatsorozatot indítottunk a Szegedi Egyetemen: évente általában két talajminta-vétellel és eddig két vegetáció-felméréssel igyekeztünk a változásokat regisztrálni. Jelen cikkünkben ennek eddigi eredményeiről számolunk be.



*1. ábra. Az 1977-es mintavételi helyek 2005-ben is jól azonosíthatók a pusztán.*

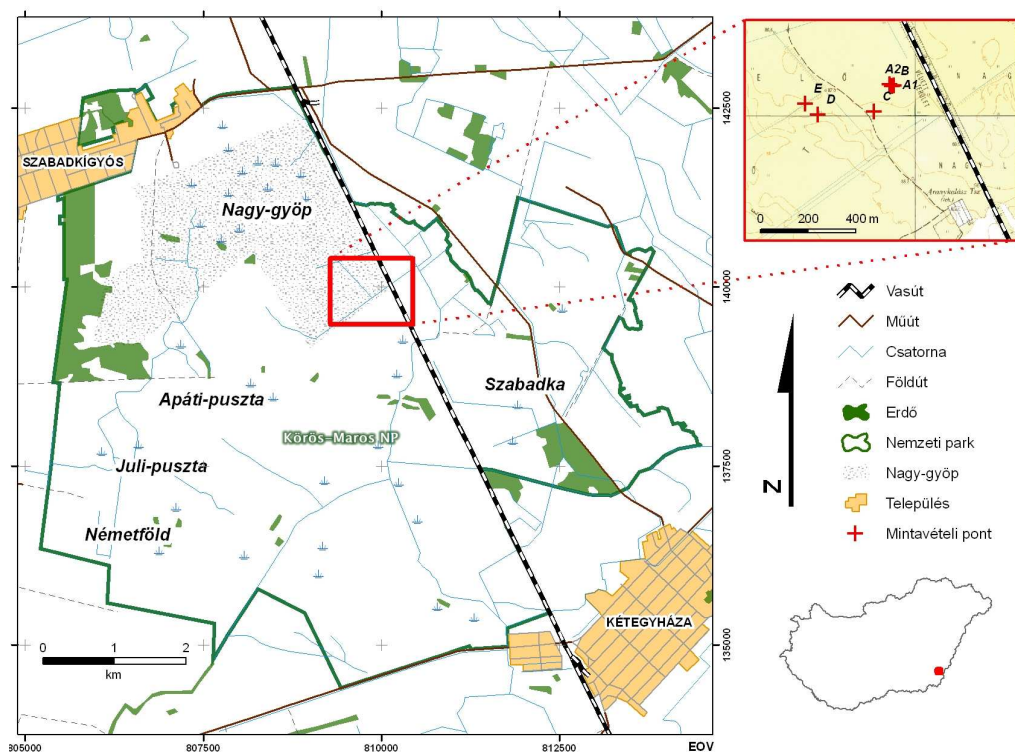
## 2. Mintaterület

A Szabadkígyósi pusztát Békés megyében található, Szabadkígyós és Kétegyháza között, a Békési-síkon, az Ős-Maros hordalékkúpján (2. ábra). Ősi szikes pusztát jellegét az ürmös foltok gyakorisága és a helyenként előforduló szikpadkás mintázat bizonyítja (Kertész 2005, Molnár 2007), bár kétségtelen, hogy hatással voltak alakulá-

---

\* Barna Gyöngyi, tanszéki mérnök, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növénytermesztési és Talajtani Tanszék, Keszthely

sára a XIX. sz. második felében végzett folyószabályozási munkálatok is (Réthy 1977a). Átlagos tengerszint feletti magassága 88 mBf, évente átlagosan 550–580 mm csapadék hullik, átlaghőmérséklete 10–11 °C. Területe 4783 ha, melyből 739 ha fokozottan védett. 1977-ben nyilvánították védetté, ma a Körös–Maros Nemzeti Parkhoz tartozik; valamint kiemelt madárvédelmi területként a Natura2000 hálózathoz is része. Néhány itt fészkelő, illetve átvonuló madárfaj: barna rétihéja (*Circus aeruginosus*), kék vércse (*Falco vespertinus*), daru (*Grus grus*), illetve a tűzok (*Otis tarda*) is előfordul (Réthy 1977b, 1981); de előfordul itt pettyes göte (*Triturus vulgaris*), molnár görény (*Mustela eversmanni*) is (Kalotás 2008). Néhány védett növényfaj: az erdélyi útifű (*Plantago schwarzenbergiana*), a pettyezett őszirózsa (*Aster sedifolius*), a kiskészű aszat (*Cirsium brachycephalum*) (Kovács–Molnár 1986; Kertész 2005, 2006).



2. ábra. A Szabadkígyósi puszta elhelyezkedése

A környéken a bronzkortól kezdődően megtalálhatóak az emberi település nyomai: kunhalmok (36 db a puszta déli részén), feltártak Hadriánus és Antonius Pius idejéből származó pénzürmeket, avar leleteket, honfoglalás kori sírhelyeket is. A török hódoltság után elnéptelenedett vidéket előbb a Harruckenek, majd Wenckheimék birtokolták; az ő nevükhöz fűződik a szabadkígyósi kastély megépítése és körülötte a park kialakítása is (Járolí 2001).

Az első katonai felvételezések (1783) még számos vízállásos területet mutatnak. A II. katonai térképen (1856–1863) rétek, nádasok uralják a területet. Több belvízelvezető csatornát alakítottak ki 1850 és 1890 között, az így kiszáradt területeken, valamint az elhagyott folyóhátakon ez idő tájt kezdtek el a szántóföldi művelést (a Nemzeti Park Igazgatósága ezeket a szántókat néhány éve visszagyepesítette). A III. katonai felmérés

térképén (1884) a vizenyős területek csökkentek, az apró települések (tanyák) száma viszont nőtt (Kertész 2005). Az évszázadok óta folytatott legeltetés a területen (főként juhokkal), ami az 1970-es évekre erőteljesen visszaszorult. 2001 óta viszont szürke marhákat legeltetnek rajta, számuk mára eléri a kétszázat.

A puszta mélyebb, északi része belvíztározóként üzemel, működése során igyekeznek a természetvédelmi érdekeket figyelembe tenni. 1945-től katonai gyakorlótérként is használták (károsítva ezzel az egyik kunhalmot), a rendszerváltozást követően azonban ez megszűnt.

A területen az 1970-es évek végén botanikusok több jellegzetes vegetáció-együttes felmérésre mintaparcellákat jelöltek ki (Kovács–Molnár 1986), ahol a növényzet és a talajok kapcsolatának feltárására talajvizsgálatok is történtek (Rakonczai 1986a), sajnos azonban csak kisebb mélységig. A Nagy-gyöpon kijelölt egykori jellegzetes szikes növénytársulások:

- A: ürmös (*Artemisio-Festucetum pseudovinae*),
- B: ecsetpázsitos (*Agrostio-Alopecuretum pratensis*),
- C: mézpázsitos (*Puccinellietum limosae hungaricum*),
- D: bárányparéjos (*Camphorosmetum annuae*),
- E: hernyópázsitos (*Agrostio-Beckmannietum*).

Az elkerített kvadrátok körülbelül 4x12 m nagyságúak, körülöttük kerítést alakítottak ki. A terület védetté nyilvánítása és a kis testű állatokkal végzett viszonylag gyér legeltetés miatt a kijelölt parcellák háborítatlanul fennmaradtak. Ez lehetővé tette, hogy a 2005-ben induló vizsgálatok során a mintavételi helyeket GPS-szel és mérőállomással is pontosan meghatározzuk. Úgy tűnik ez még éppen időben történt, mert a szürkemarhákkal végzett legeltetéssel felgyorsult a „karó-erózió”.

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Talajvizsgálatok

A Szabadkígyósi puszta területén három fő talajtípust különböztethetünk meg: ezek a szikes, a réti és a csernozjom talajok, azaz a teljes hidromorf sor megtalálható. Az altípusok közül a sztyeppeződő réti szolonyec, réti szolonyec, szolonyeces réti talaj, típusos réti talaj, lápos réti talaj, réti csernozjom és a mélyben sós csernozjom fordul elő (Rakonczai 1986b). A szikes talajok összefüggő területet alkotnak a puszta északi és déli részén. A kvadrátoknál szikes talajok fordulnak elő (2. ábra). Az A pont erősen humuszos szoloncsák-szolonyeces száraz szikes volt, szolonyeces réti talaj alakult ki rajta. A B padkatetőn helyezkedik el, enyhén szikes, réti szolonyec volt. Padkatetőn van a C pont is, ahol szoloncsák-szolonyec volt, a növényzet is főként sötét fajokból állt. A D kvadrát a peremhez közel, de még padkatetőn található, erősen szoloncsákos szoloncsák-szolonyec talajjal rendelkezett. Az E szelvény padkafenéki terület, erősen szolonyeces réti talajú volt.

A talajok mintavételezését a karókkal határolt területen 10 cm-enként végeztük. 1979-ben csak a felső 30 cm-ről volt mintavétel, mivel a cél a talaj és a növényzet kapcsolatának vizsgálata volt. Így sajnos nem áll rendelkezésünkre adat sem a talajvíz mélységéről, sem annak kémiai tulajdonságairól. 2005 óta kézi fúróval a megütött talajvízszintig mintavételezünk. 2008 és 2009 áprilisában az E pontnál nem tudtunk mintázni, mivel még vízborítás alatt állt. A következő talajtulajdonságokat vizsgáljuk:

- Arany-féle kötöttséget, (MSZ-08-0205:1978 )
- szénasavas mésztartalmat, (MSZ-08-0206-2:1978)
- a fenolftalein lúgosságot, (MSZ-08-0206-2:1978)
- a pH (H<sub>2</sub>O)-t, (MSZ-08-0206-2:1978)
- a sótartalmat, (MSZ-08-0206-2:1978)
- szervesanyag-tartalmat, (MSZ 21470/52:1983)
- a kicserélhető Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> és Mg<sup>2+</sup> - mennyiségét, (MSZ-08-0213/1:1978)
- Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> és CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> -mennyiségét (Krawczyk 1997) .

Az alkalmazott szabványok (Buzás 1993, Krawczyk 1997) nagyobb hányada már az első vizsgálat idejében is hatályban voltak, tehát az akkori és mostani eredmények összehasonlíthatóak. Nehézséget okoz azonban, hogy 1979-ben a kationok mennyiségét csak az S %-ban adták meg (Rakonczai 1986a), így abszolút mennyiségükről nincsenek pontos információink. Az anionokat korábban nem vizsgálták. Az első vizsgálatok a Békés Megyei Növényvédő és Agrokémiai Állomáson történtek. 2005 óta az elemzéseket az SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatika Tanszék akkreditált talajvizsgáló laboratóriumában végezzük.

### 3.2. Talajvíz vizsgálatok

A talajvíz tulajdonságairól nincsenek „közvetlen adataink” az 1979-es esztendőre vonatkozóan, ezért a „közvetett információkat” támpontul és nem összehasonlítás-ként használjuk. A vízügy 1952 óta üzemeltet egy talajvíz kutat (436. számú) a település határában, 3,5 km-re a vizsgálati pontoktól. Adataiból hozzávetőlegesen következtethetünk az 1979-es szintre. Az Alföld földtani térképezése során először 1955-ben, majd 1979-ben kutattak a területen. A talajvíz mélysége 1 és 2 m között helyezkedett el, főként NaHCO<sub>3</sub>-ot tartalmazott, oldott anyag tartalma 1000 mg/l felett volt (Rónai–Fehérvári 1961, Rónai et al 1974, Franyó et al 1979). 1977-ben és 1979-ben a puszta déli részén, körülbelül 2,5 km-re a kvadrátoktól, szemcseösszetételi vizsgálatokat is végeztek (Szöör et al 1978, Rakonczai 1986b), ahol a vízszint átlagosan 1,3 m-en volt. A mintavételi helyeknél a megütött vízszint 2005 és 2009 között közel 1 m-t csökkent; átlagos mélysége 1 és 2 m közötti.

A begyűjtött vízmintákat szabvány szerint előkezeljük (hűtés, szűrés), majd mérjük:

- sótartalmat, MSZ 448-21:1986
- pH-t, MSZ 448-22:1985
- Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> és Mg<sup>2+</sup> mennyiségét, MSZ 448/10:1977
- Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> és CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> mennyiségét (Krawczyk 1997).

### 3.3. Botanikai felmérések

Az első részletes cönológiai felvételezéseket 1980 és 1982 között végezték a vegetációs periódusban, áprilistól szeptemberig, változó számban (Kovács–Molnár 1986). Nagy gondot jelent, hogy ugyanazokban a társulásokban, de nemcsak a kijelölt kvadrátokban, hanem a puszta különböző részein is végezték a felméréseket. Az újabb felvételezések csak a karókkal által lehatárolt területen történtek 2006. júniusában és 2009. júniusában. Így azt a hármat-hármat hasonlítottuk össze, amelyek készítésének időpontjai közel esett a mi felvételezésünkhöz.

Az öt vizsgált társulás erősen eltérő karakterű mind vízigény, mind sótűrés szempontjából. Bár valamennyi szikes jellegű, az ürmös száraz szikes, az ecsetpázsitos vizes,

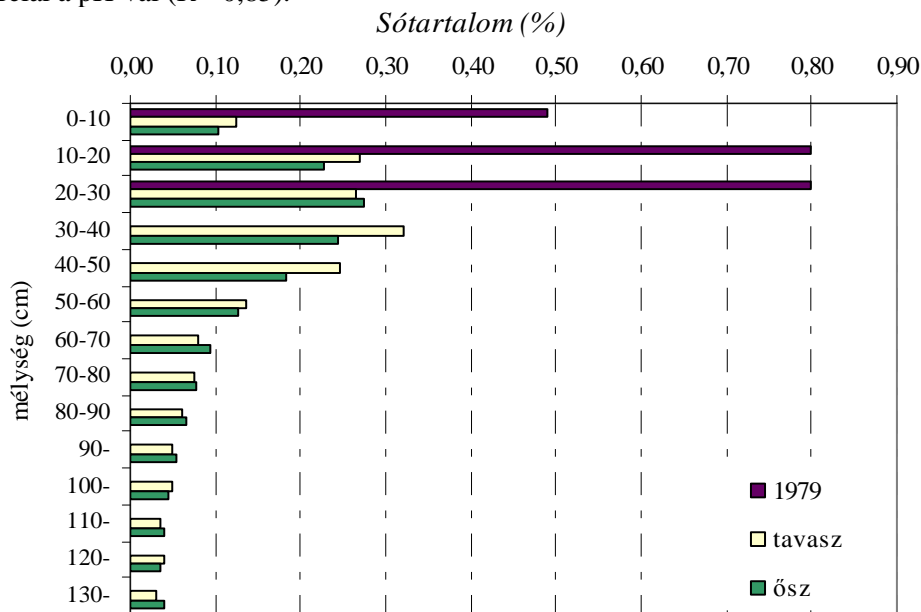
de csak enyhén szikes, a mézpázsitos és a bárányparéjos igen erősen szikes. A hernyópázsitos 1980-ban erősen szikes és vizes is, de 2006-ra inkább az ecsetpázsitoshoz vált hasonlóvá. A fajok meghatározásához Simon (1992) nevezéktanát alkalmaztuk.

Az 1980-ban készített cönológiai felvételek során a Braun–Blanquet-módszert és annak skáláját alkalmazták. Ezeket az AD értéket átszámoltuk százalékos borításértékekre a következő módon: 5: 85%, 4–5: 74%, 4: 63%, 3–4: 50%, 3: 38%, 2–3: 26%, 2: 15%, 1–2: 9%, 1: 3%,  $\pm 1$ : 1%, +: 0,1%. 2006-ban és 2009-ben 3 db 4x4 m-es érintőnégyzetben határoztuk meg a fajokat és becsültük borításértékeiket (Margóczy et al 2008). Így a mennyiségi összehasonlítás is lehetővé vált. Az előforduló növényfajokat a Borhidi-féle relatív ökológiai indikátorértékeik szerint csoportokba soroltuk (Borhidi 1993), hogy a kis mintavételi elemszám esetén is értelmezhető eredményt kapjunk. A csoportokba tartozó növényfajok borításértékeit összegeztük, és a csoportok fajszaímainak változását is értékeltük.

## 4. Eredmények

### 3.1. Talajtani eredmények

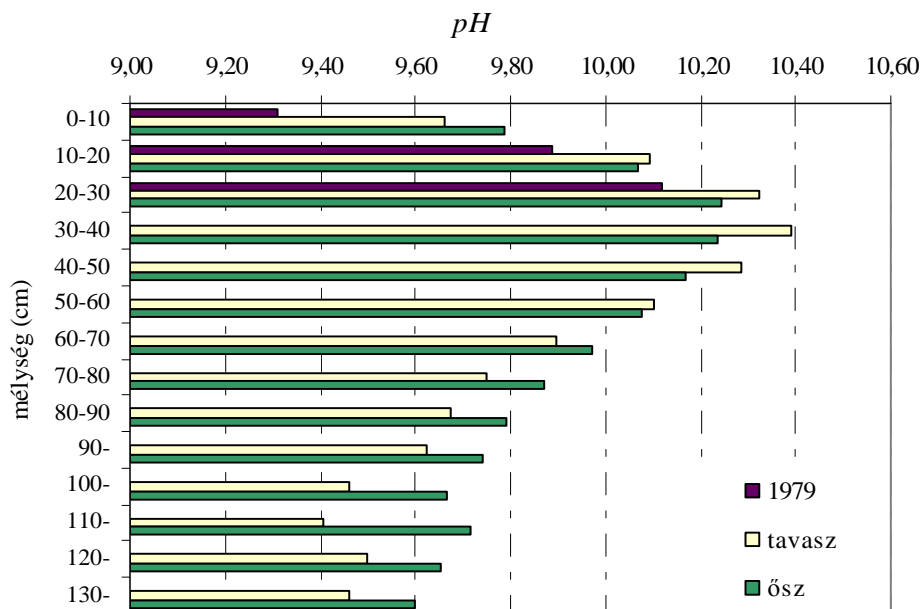
A talajok sótartalma mindegyik mintavételi pontnál jelentős mértékben lecsökkent a kilúgozódás következtében, leginkább a D kvadrátnál (3. ábra); van olyan szelvény, amely már csak gyengén sós. A sófelhalmozódás maximuma jelenleg 30 cm-en van. A sók közül jellemző a kalciumkarbonát, mely a mélyebb szintekben (60 cm-től) eléri a 20 %-ot; valamint a felsőbb rétegekben dúsuló sziksó, amely mennyisége jól korrelál a pH-val ( $R^2=0,85$ ).



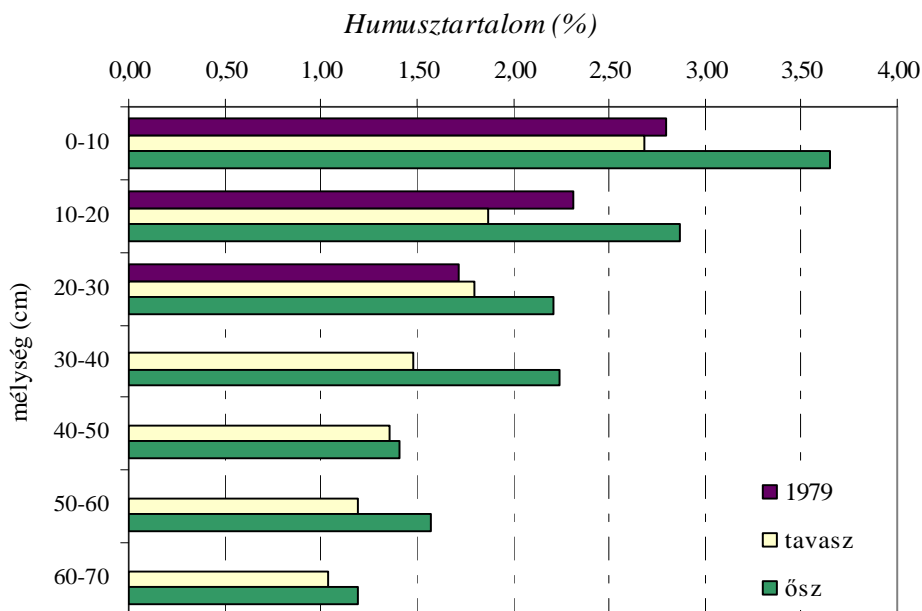
3. ábra. A talajok sótartalmának változása a D kvadrátnál 1979-ben és a 2005–2009 közötti mintavételek évszakos átlagai alapján

A pH-értékekben bekövetkezett változás (a várttal ellentétben) nem tekinthető számottevőnek (4. ábra), hiszen évszakos ingadozása is lehet akár 0,5–1 egység.

A humusztartalom kis mértékben növekedett (5. ábra), a sótartalom csökkenése és a kalcium feldúsulása (sztyeppesedés) következtében.



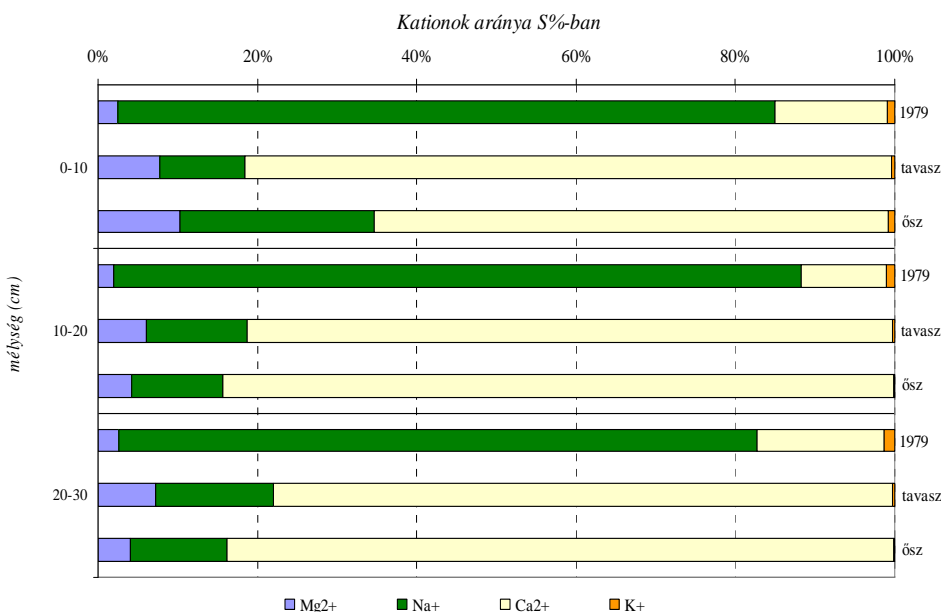
4. ábra. A pH változása a C szelvénynél 1979-ben és a 2005–2009 közötti mintavételek évszakos átlagai alapján



5. ábra. A humusztartalom változása az A szelvénynél 1979-ben és a 2005–2009 közötti mintavételek évszakos átlagai alapján

Megfigyelhető az is, hogy a kationok aránya felcserélődött: a korábban domináns nátrium helyét a kalcium vette át (6. ábra), de a nátrium mennyisége továbbra is eléri az 5 S%-ot, így szikesítő hatását még kifejti. A kálium és a magnézium mennyisége számottevően nem változott.





6. ábra. A kationok arányának változása a D pontnál

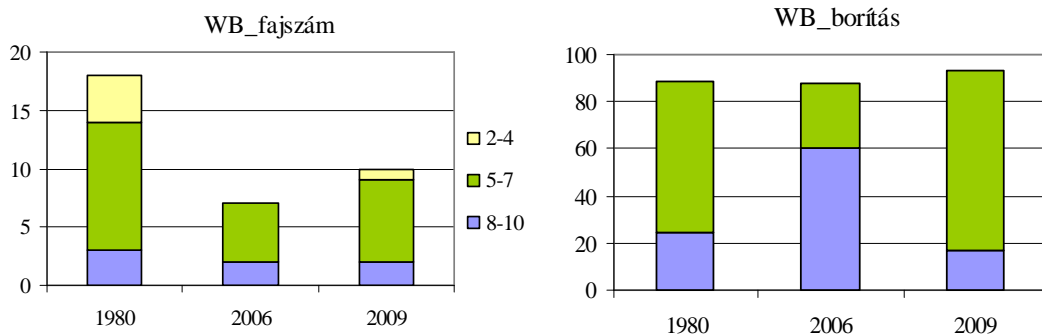
#### 4.2. Talajvíz vizsgálati eredmények

A talajvizek összes oldott anyagtartalma jelentősen lecsökkent 2009-ben alig érte el a 300 mg/l-t. A pH-értékekben a 2000-es évek folyamán nem történt változás, átlagosan 8 körül értékeket mértünk. Az anionok közül a szulfát és a hidrogénkarbonát, míg a kationok közül továbbra is a nátrium a domináns.

#### 4.3. Botanikai eredmények

A relatív talajvíz- ill. talajnedvesség indikátorszámok (WB) alapján megállapított csoportok (7. ábra):

- 2–4: száraz és félszáraz termőhelyek növényei,
- 5–7: féltüde és üde, nem vizenyős talajok növényei,
- 8–10: időszakos vízborítású termőhelyek növényei.



7. ábra: A vízigény szerinti változás a fajszámban és az összborításban az ecsetpázsitosnál (*Puccinellietum limosae hungaricum*)

Az 1. táblázatban az E kvadrát fajösszetétele látható. 1980-ban ezen a mintavételi helyen az erősen sótűrő hernyópázsit (*Beckmannia eruciformis*) dominált, azonban 2006-ra, és 2009-re borításértéke jelentősen lecsökkent.

1. táblázat. A hernyópázsitos (*Agrostio-Beckmannietum*) fajösszetétele

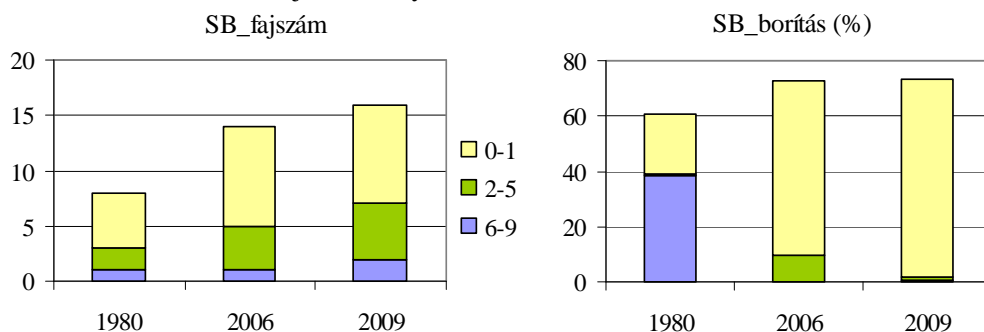
	WB	SB	1980			2006			2009		
<i>Agropyron repens</i>	5	1	0	0	0	0,1	0	0	0,1	1	0
<i>Agrostis stolonifera</i>	7	1	50	0,1	0,1	0	10	10	60	60	70
<i>Alisma lanceolata</i>	10	0	0	0	0	10	1	0,1	0	0	0
<i>Alopecurus pratensis</i>	6	1	0	0	0	10	3	10	10	5	5
<i>Atriplex prostrata</i>	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Beckmannia eruciformis</i>	8	6	15	38	63	0	0	0,1	0	1	0
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	10	3	0	0	0	10	3	10	0,1	2	1
<i>Bromus squarrosus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
<i>Carex vulpina</i>	8	0	0,1	0,1	0,1	1	2	0	0,1	0	2
<i>Chenopodium chenopod.</i>	6	2	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1
<i>Eleocharis palustris</i>	10	1	0,1	0,1	0	5	50	40	0	0	0,5
<i>Inula britannica</i>	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus atratus</i>	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Lemna minor</i>	11	0	0	0	0	1	5	30	0	0	0
<i>Oenanthe silaifolia</i>	7	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1
<i>Podospermum canum</i>	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Puccinellia limosa</i>	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
<i>Ranunculus sceleratus</i>	9	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Rorippa sylvestris</i>	6	5	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0
<i>Rumex crispus</i>	6	1	0,1	15	0	1	0	0	0,1	0,1	0,1
<i>Schoenoplectus mucron.</i>	10	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	5	1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
<i>Tragopogon orientalis</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium angulatum</i>	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0,1	1
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	9	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0

A sótűrés fokozatai (SB) szerint megállapított csoportok (8. ábra):

0–1: sókerülő és igen gyengén sós talajok növényei,

5–2: gyengén és mérsékelten sós talajok növényei,

6–9: erősen sós talajok növényei.



8. ábra: Az SB szerinti változás a fajszámban és az összborításban a hernyópázsitosnál (*Agrostio-Beckmannietum*)

A növényzet alapján a mintaterület szikességének csökkenése egyértelműen megállapítható. A fajok száma csökkent: 1980-ban 40, 2009-ben már csak 33 faj képviseltette magát. A növényzet összborítása 2006-ban és 2009-ben is magasabb volt, mint 1980-ban. Az erősen sós talajok növényeinek összborítása csaknem a felére csökkent; a gyengén és mérsékelten sós talajok növényeinek fajszáma kis mértékben emelkedett, elfoglalták a visszahúzódó, erősen sótűrő növények helyét. A sókerülő fajok száma csökkent, de összborításuk jelentősen megemelkedett. A nagyobb vízigényű fajok száma és borítása 2006-ra emelkedett, jól tükrözve az akkori és a 2005-ös esztendő csapadékosabb voltát (610 és 650 mm). Ellenben 2009-re számuk ismét lecsökkent, mivel aszályos év volt (a júniusi mintavételezéséig 110 mm eső esett). A 2010-es csapadékos év hatására minden bizonnyal ismét feldúsulnak a nagyobb vízigényű fajok.

Az utóbbi évtizedek szárazabb időszaka elősegítette a szikpadkák areális erózióját is (Rakonczai 1986b, Rakonczai–Kovács 2006). Az 1970-es évek óta eltűnt padkákat pontosan kijelölik a környezetüktől eltérően alacsonyabb sótartalmat indikáló vegetáció foltjai.

A pusztán korábban jellemző sziki csiperke (*Agaricus bernardii*) száma is megfigyelt.

## 5. Összegzés

Mind a talajtulajdonságokban, mind a vegetációban bekövetkezett változások a szikesség csökkenését mutatják, melyet a talajvíz oldott anyag tartalmának jelentős csökkenése is alátámaszt. A talaj fizikai és kémiai tulajdonságainak megváltozásával a növényzet is átalakult. A talajok sótartalmának valamint a kicserélhető nátrium mennyiségének csökkenésével nagyobb számban jelentek meg a sókerülő fajok, a sókedvelők ellenben visszaszorultak.

A vízrendezési munkálatok, a területhasználat megváltozása és a klímaváltozás következményeként egyre szélsőségesebb időjárás együttesen vezethetett oda, hogy a puszta sziktelenedése mind a talajtulajdonságok megváltozásában, mind a növényzet összetételének módosulásában kimutatható.

## Irodalom

- Borhidi A. 1993: A magyar flóra szociális magatartási típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai, Janus Pannonius Tudományegyetem. Pécs. 95 p.
- Buzás I. (szerk.) 1993: Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1–2. 243. p.
- Dövényi Z. –Mosolygó L.–Rakonczai J.–Tóth J. 1977: Természeti és antropogén folyamatok földrajzi vizsgálata a kigyósi puszta területén. In: Réthy Zs. (szerk.): Békés megyei Természetvédelmi Évkönyv, 2. Békéscsaba, pp. 43–72.
- Franyó F. et al. 1979: Az Alföld földtani atlasza. Gyula, (a térképek digitalizált változata)
- Járolai J. 2001: Szabadkigyós–Újkigyós, Erdmann Gy. (szerk.): Száz magyar falu, Budapest, 166. p.
- Kalotás Zs. 2008: A Körös-Maros Nemzeti Park, Pécs, 215. p.
- Kertész É. 2005: A szabadkigyósi Kigyósi-puszta védett terület flórája. In: Natura Bekesiensis 7. Békéscsaba, pp. 5–22.
- Kertész É. 2006: A szabadkigyósi Kigyósi-puszta növényzete. Békés Megyei Múzeumok Közleményei 28. Békéscsaba, pp. 17–40.
- Kovács A.–Molnár Z. 1986: A Szabadkigyósi Tájvédelmi Körzet fontosabb növénytársulásai. In: Réthy Zs. (szerk.): Békés megyei Környezet- és Természetvédelmi Évkönyv 6. Békéscsaba, pp. 165–200.

- Krawczyk, W. E. 1997: Manual for karst water analysis. pp. 26-27.
- Margóczy K.–Rakonczi J.–Barna Gy.–Majláth I. 2008: Szikes növénytársulások összetételének és talajának hosszú távú változása a Szabadkígyósi pusztán. *Crisicum* 5. Szarvas, pp. 71–83.
- Molnár Zs. 2007: Történeti tájökológiai kutatások az Alföldön. PhD értekezés, Pécs, 223 p.
- Rakonczi J. 1986a: A Szabadkígyósi Tájvédelmi Körzet talajviszonyai. In: Réthy Zs. (szerk.): Békés megyei Környezet- és Természetvédelmi Évkönyv, 6. Békéscsaba, pp. 19–41.
- Rakonczi J. 1986b: A Szabadkígyósi pusztta földtani viszonyai és geomorfológiája. In: Réthy Zs. (szerk.): 6. Békés megyei Környezet- és Természetvédelmi Évkönyv 6. Békéscsaba, pp. 7–17.
- Rakonczi J.–Kovács F. 2006: A padkás erózió folyamata és mérése az Alföldön. *Agrokémia és Talajtan*, 55. pp. 329–346.
- Rakonczi J. 2006: Klímaváltozás-Aridifikáció-Változó Tájak In.: Kiss A.–Mezősi G.–Sümeghy Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. pp. 593–603.
- Réthy Zs. 1975: A szabadkígyósi pusztta és környékének értékei. Békés Megyei természetvédelmi Évkönyv 1. 99. 131–150.
- Réthy Zs. 1977a: Szabadkígyósi Tájvédelmi Körzet, Békéscsaba, 16. p.
- Réthy Zs. 1977b: Jegyzetek Szabadkígyós madártani vizsgálatához. In: Réthy Zs. (szerk.): Békés megyei Természetvédelmi Évkönyv, 2. Békéscsaba, pp. 87-101.
- Réthy Zs. 1981: A Szabadkígyósi Tájvédelmi Körzet adottságai és lehetőségei. In: Réthy Zs. (szerk.): Békés megyei Környezet- és Természetvédelmi Évkönyv, 4. Békéscsaba, pp. 131–150.
- Rónai A. és Fehérvári M. 1961: Kísérlet az Alföld részletes földtani térképezésére Szabadkígyós környékén. *MÁFI évi jelentése az 1957-58. évről*. Budapest, pp. 135-163.
- Rónai A.–Boczán B.–Csíky G.–Franyó F.–Széles M.–Szepesházy K.–Szűcs L. 1974: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-34-XV-Szeged, L-34-XVI-Gyula
- Simon T. 1992: A magyarországi edényes flóra határozója, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 845. p.
- Szőör Gy.–Rakonczi J.–Dövényi Z. 1978: A szabadkígyósi pusztta talajainak vizsgálata derivatográfiás és infravörös spektroszkópiás módszerrel. *Alföldi Tanulmányok*. pp. 75–99.

## ALFÖLDI TÁJ – „ALFÖLDI ÚT”

*Beluszky Pál\**

Egy bizonyos táj természeti adottságai közvetlenül-közvetve sokrétű hatást gyakorolnak az ott szerveződött-élő társadalom s gazdasága fejlődési lehetőségeire, irányaira, térszerkezetére. A két szféra, a „természet” és a társadalom kölcsönhatásait azonban eltérően ítélte-ítéli meg a földrajztudomány.

- A *földrajzi determinizmust* vallók úgy vélik, hogy a földrajzi környezet messzemenően meghatározza a társadalom fejlődésének főbb irányait, egy-egy terület térszerkezetét, az államhatárok alakulását stb. Ezt a nézetet képviselte s tette a maga korában széleskörűen elfogadottá a földrajztudomány nagyhatású képviselője, F. Ratzel (1844–1904) s részben ezen az alapon támadta a magyar geográfia számos képviselője a Kárpát-medence első világháború utáni politikai feldarabolását, hivatkozva a nagytáj markáns táji egységére, a korábbi határok „természetes” voltára.
- A *földrajzi nihilizmus* hívei szerint a társadalom fejlődése a természeti környezettől függetlenül, saját belső törvényszerűségei vagy akarata szerint alakul, a „természet” viszont a társadalom szükségletei szerint alakítható. Végző soron ez a nézet húzódozott meg a 19. századi, ma már sokak által túlhajtottnak tartott magyarországi természetátalakító munkálatok mögött – ármentesítés, a természetes élőhelyek drasztikus átformálódása –, vagy a szocialista korszak első évtizedének ma már mosolyt fakasztó kísérletei hátterében („magyar narancs”, gyapot, tea stb.).
- A *földrajzi possibilisták* szerint „...a természeti földrajzi környezet lényegében csak adottságok rendszerét kínálja a társadalom számára, s a kölcsönkapcsolatokban a társadalom az aktívabb fél, a társadalom mindenkor fejlettsége alapján szelektál, hasznosít a természetföldrajzi adottságok között és közül” (Hajdú 2001). Tehát nem a természeti környezet „terjeszti” a „történelmet”, de korántsem közömbös egy-egy táj természeti milyensége az ott élő lakosság számára.

Ám az „elvi tisztázottság” ellenére többnyire nem könnyű a kölcsönkapcsolatok sűrű szövedékéből kiszálatni a természeti környezetnek az adott táj társadalmára gyakorolt direkt vagy közvetett hatásait. Kiváló példája ennek a természeti környezetnek a sajátos alföldi társadalom (és település-)fejlődési út alakulására gyakorolt hatásainak megítélése.

Mindenekelőtt tisztáznunk kell, hogy egyáltalán beszélhetünk-e különleges alföldi útról, alföldi tünetcsopotról? Miért több az „alföldi út” a tájjal kapcsolatban unos-untalan felemlgetett elmaradottságnál, megkésettiségnél, „alulurbanizáltságnál”? Meggyőződésünk, hogy beszélhetünk, hisz az Alföldön merőben szokatlan „dolgokat” tapasztalhatunk, legszembetűnőbben a településállomány és -hálózat alakulásában (s e szabálytalanságok egy évszázada, a modernizáció-iparosítás-tömegtársadalom megjelenése előtt még markánsabbak voltak), olyasmiket, amelyeket sehol másutt a Kárpát-medencében. A legszokatlanabb, hogy az Alföldön a mezőgazdaság és a város nem egymást kizáró fogalmak; e nagytájon (eltekintve a peremektől, a Nyírségtől, Bodrogköztől vagy a Bánságtól) a mezővárosok s a velük szorosan egybeszerveződött – tulajdonképpen egy települést alkotó – tanyák révén az agrártevékenység jórészt városi

---

\* Dr. Beluszky Pál tudományos tanácsadó, az MTA doktora, MTA Regionális Kutatások Központja, Budapest

keretekben folyt. Vagyis a „mezőgazdaság” várost fejlesztett, ami meglehetősen szokatlan. Így aztán az alföldi városokat még a 20. század első felében is túlnyomórészt agrárnépesség lakta. Például a törvényhatósági joggal rendelkező, 60 ezer lakosú Hódmezővásárhely keresőinek 64%-át a mezőgazdaság foglalkoztatta 1900-ban; arányuk Szabadkán 54%, Szegeden (!) kereken 40% volt, de a kisebb mezővárosokban az agrárkeresők aránya a 70–80%-ot is meghaladhatta.

Az agrárszerepkör domináns volta miatt a közgazdasági vagy statisztikai városfogalom – melyek elsősorban a nem mezőgazdaságiak magas arányában látták a városiasság kritériumát – nem is tudott mit kezdeni az alföldi mezővárosokkal. De a földrajztudomány művelői is zavarban voltak a mezővárosok kapcsán, mert „szabályos falvak” a 20. század elejéig, közepéig ritkaságszámba mentek az Alföldön, ezen a majd „tisztán” agrártájon. Így mezőváros mezővárost ért, hagyományos értelemben vett központi helyek nem alakultak ki, hisz a mezővárosok nem rendelkeztek vonzáskörzetekkel („központ” vidék nélkül?).

Falvak tehát alig fordultak elő az Alföldön, legalábbis az Alföld magjában. Ám a mezővárosok hatalmas határa nem volt „üres”. A mezővárosi határok kiterjedésére példa Debrecen 166 ezer kh-as – vagyis közel ezer km<sup>2</sup>-es – határa a 20. század első felében, Hódmezővásárhely területe 1930-ban is 761 km<sup>2</sup>-et tett ki, vagyis nagyobb volt, mint a Zalaegerszegi járás, melynek területén [65!] település szorongott. A 17–18. században még kiterjedtebb határokon gazdálkodtak a mezővárosok.

A mezővárosok határait a 19. századtól egyre inkább sűrűsödő *szórványtelepülések*, a *tanyák* ülték meg. A mezőgazdasági jellegű szórvány ugyan a világ számos régiójában elterjedt települési forma, a „*tanyaelvű*” *település*, a „*tartozék-szórvány*” azonban másutt Európában legfeljebb rövid ideig fennálló, átmeneti képződményként tűnt fel, települési-gazdálkodási rendszerre nem szerveződött. (A Kárpát-medencében szintén előfordultak az Alföldön kívül is tanyaelvű szórványok, pl. hegyi tanyák a Hargitán, Gyergyóban, szőlőhegyi szórványok a Dunántúlon, ezek azonban szintén átmeneti képződmények voltak, esetenként községgé szerveződtek.) Ha nem is kizárólag alföldi településforma a „*valódi*” tanya, de az általa „elfoglalt” terület kiterjedésében, tartós fennmaradásában – helyenként a 17. századtól napjainkig –, rendszerre szerveződésében *originális alföldi településformának* tekinthetjük.

A „*tanyaelv*” mindenkori tartalma a tanya kialakulás kezdetei óta többször módosult ugyan, a „*valódi*” tanya (a tartozék-település!) mindvégig egy *osztott települési rendszer egyik, nem önálló* – ezért az anyatelepülésektől elszakítva meg sem ítéhető! – *egysége*, mely a belterületi lakóházzal együtt alkot egy lakó- és gazdálkodási egységet, egy családi gazdaságot; a tanya a *gazdasági udvar* („üzemközpont”) és az *ideiglenes lakás* szerepét töltötte be e rendszerben. A család s gazdasága a belterületi lakás és a tanya között *megosztva funkcionál*. A tanyás gazdálkodási-települési rendszer révén a mezővárosi családok, de az egész helyi társadalom bizonyos *térbeli tagolódást* kapott. E települési rendszer következménye, hogy az Alföldön nem éltek valójában „falusiak”, hisz a tanyákon hosszabb-rövidebb ideig „*kint-tartózkodók*” sem szakadtak ki a mezővárosi közösségből.

De nemcsak a városok-falvak közötti térbeli határok voltak elmosódottabbak az Alföldön, mint az ország más régióiban, hanem a társadalmiak is. Részben azért, mert a mezővárosok autonómiája jóval nagyobb volt, mint a mezővárosoké általában (ennek okait még említjük), így jogi értelemben ugyan jobbágyok maradtak a mezővárosok polgárai – a 19. század első felében a legtehetősebb mezővárosok meg is váltakoztak földesuruktól –, de a mindennapi életben majdhogynem szabad parasztokként éltek.



Aztán a mezőgazdaságból élők s a kézműiparosok (akik a szabad királyi városok polgárságának többségét alkották) sem különültek el egymástól élesen: a mezővárosok iparosai is jogosultak voltak a közösen birtokolt határ használatára, így gazdálkodtak is (Debrecenben a Kollégium professzorai is tartottak marhákat a városi legelőkön). A mezővárosi polgárok gyakran léptek át az iparosok közé s viszont; összeházasodtak, egymás szomszédságában éltek, életvitelük is hasonló volt. „...Van átjárás egyik emeletről a másikra”, jellemezte a mezővárosi állapotokat Márkus István (1986).

A városok-falvak közötti társadalmi határok elmosódottságát, átjárhatóságát bizonyítja, hogy az alföldi nagy mezővárosok, Debrecen, Szeged, Kecskemét stb. erősen befolyásolták, alakították környezetük paraszti kultúráját. E városok divatja s környékük viselete hasonló, ami egyáltalán nem volt jellemző a dunántúli vagy felvidéki városok s környékük esetében. Mindennek következtében dunántúli vagy felvidéki jellegű polgárság is csak a legnagyobb alföldi városokban alakult ki – s inkább csak a 19. század második felében. De még ekkor is a mezővárosi polgárság életének, gondolkodásának, törekvéseinek középontjában a *föld állt*: a földbirtok képezte *trezorját*, nem az igényes városi ház, a drága lakberendezés. Egy 19. századi újságcikk írta a kiskunfélegyházi viszonyokról: „...a kereskedő mihelyt egy kis tőkére tesz szert, ... a tőkét nem üzlete emelésére fordítja, hanem vesz egy kis fekvőséget s elkezd gazdálkodni” (Bánkiné Molnár 1988). Még sorolhatóak lennének az alföldi sajátosságok – mint pl. a *tartalom* és *forma* ellentmondásai (lásd a mezővárosok falusias településképét és városi funkcióit), de remélhetőleg az eddig vázoltak is meggyőzték az olvasót: *az Alföld a MÁS-ságok földje*.

S akkor visszatérhetünk a tanulmány célkitűzéséhez, annak mérlegeléséhez, hogy a vázolt másságok kialakításában milyen szerepet játszott a természeti környezet.

Persze néhány összefüggés kézenfekvő, ezt az Alfölddel, az alföldi településekkel foglalkozók rendre fel is említik. Azt például, hogy a Dunántúlon (ahol „szokványos” a településállomány, kis- és közepes nagyságú falvak, tradicionális szerepkörű piacközpontok alakultak ki) az aprólékosan tagolt domborzat kisméretű falusi élettereket, faluhatárokat jelölt ki, gátolva a hatalmas településhatárok kialakulását. Vagy azt, hogy az Alföldön a városfejlődés kevés természeti energiára támaszkodhatott (bányakincsek, vásárvonalak, kapuvárosok, medenceközpontok, természet-kijelölt útvonalak stb.), így a városfejlődésnek más „ösztönzőkre” kellett támaszkodnia. Az Alföld nem kínált építőkövet sem a városépítőknek, így a városok nem övezhették magukat kőfalakkal (ami többek között a szabad királyi városi rang elnyerésének is egyik kritériuma volt). Mindez igaz, ám aligha kell bizonygatni, hogy a vázoltakból az alföldi településrendszer a maga bonyolultságában, rendszerszerűségében aligha vezethető le. S a természeti viszonyok magyarázó tényezőként való elfogadása ellen szól, hogy Európa számos alföldjére, a „mi” Kisalföldünkre, sőt a Nagyalföld egészére – lásd például a Bánságot! – sem jellemző az Alföldről felvázolt kép.

Mielőtt tovább folytatnánk nyomozásunkat, fel kell az olvasó figyelmét hívni arra, hogy az „alföldi út” a maitól merőben eltérő természeti viszonyok között alakult ki. Az a táj, amely a magyar honfoglalás után közel ezer éven át formálta lakóinak életét, a gazdálkodást, a letelepedés feltételeit, a 19. század ármentesítő munkálatai nyomán ma már a múlté, vagy helytel-közzel halovány mása önmagának (mint pl. a Hortobágy, Bugac és környéke). Az ármentesítés előtt a mai országterület kb. egynegyedét, az Alföld területének felét mocsár, láp, sekély vizű, ki-kiszáradó tó, ér, morotva, a folyók árvízétől évente megjárt árterület, rét-legelő foglalta el. A *vízi világ eltűnése előtt* az

Alföldön *négy*, a kultúrtáj formálódásának merőben eltérő feltételeket nyújtó térszíntípus (tájtípus) különült el.

- Külön világ volt a sárrétek, mocsarak, lápok, holtágakkal, erekkel szabdaltnak, állandónak, vagy az év nagyobbik részében vízzel borított *alacsony árterek* területe (Nagy- és Kis-Sárrét, a Bodrog- és a Rétköz, a Taktaköz, az Ecsedi-láp, a Tiszát és mellékfolyóit kísérő árterek, a Duna-völgy alacsonyabb térszínei stb.). E tájak alig érintkeztek a világgal, a főbb útvonalak lehetőleg messze kerültek őket. De nem voltak lakatlanok s gazdasági haszon nélküliek. Lakóik elsősorban a „rétből” éltek, zsákmányoló gazdálkodást folytattak; a szántók kiterjedése csekély volt. Erről a „vízi világról” íráskorok tucatjai szólnak, mint például Györffy István „Nagykunsági krónikája” vagy Szűcs Sándor „Régi magyar vízivilág” c. könyve. Példaként csupán a besztereci (Rétköz) lakosok 1772-ben kelt panaszát idézzük: „...a falu határja az nagy tóktól elnyomattatván mind a tiszta búzát, árpát, lent meg nem termi. Ezen helységből a vízfolyáson kívül egész esztendőben szárazon ki nem járhatnak a lakosok, hanem marháikat hol úszóban, hol gázlóban hajtogatják, magok pedig csónakokon kénytelenek ki s bé költözniek” (Nagy 2000). Ám hiába képezték az ármentesítések előtt az Alföld legsajátosabb tájait a mocsarak-lápok, a „vízi világ”, az „alföldi út” nem itt alakult ki, sőt e tájakon mindmáig „szabályos” településhálózat maradt fenn (pl. a „csonka” Biharban).
- Több tízezer négyzetkilométert tett ki a magas árterek, a sekély, nyár végére kiszáradó tavak, vízállások, laposok, rétek területe. Csak a Tisza árvizei mintegy 20 ezer km<sup>2</sup>-t öntötték el rendszeresen: a Hortobágyot, a Nagykovácsok óriási öblözetét, a Szatmári- és Beregi-síkságot, a Jászság mélyebben fekvő területeit. Eke alá fogni aligha volt érdemes e réteket, ám az amúgy kevés csapadékú Alföldön az ár visszahúzódása után dús fűvű legelőt kínáltak az árterek. A nyájak az árvizek idején a magasabb térszíneken legeltek, tavasz végén, nyárelőn hajtották őket az árvíz után zöldülő legelőkre, hogy a telet a határ legmélyebb pontjain, a nádasokban-sásosokban vészeljék át. Hogy mennyire nem volt csapás a réteket-legelőket megöntöző árvíz a 16–17–18. században, bizonyítja a türkevei tanács egy 1780. évi határozata: „...a vizek megtartásáért instálni kell, mivel a víz mindjárt elmegy; sok helyen alig vagyon térdig való víz, és ha ez a kevés árvíz sem lett volna, a milicszénát se lehetett volna kaszálni, és barmaink most is egyedül ott élhetnek, ahol a víz a földeket megfutotta” (Szűcs 1977).
- Az *ármentes térszínek* is különböztek abban, hogy azok a szántógazdálkodásra is alkalmas *lőszfelszínek* voltak, vagy szántónak silány *homokhátságok*. A lőszborította tájak: a Hajdúság, a Békési-lőszhát, a Bácska, a Jászság magasabb térszínei, a Bánát jó része az ártérperemek felől népesedtek be, s igazán prosperáló tájakká a 19. századi gabonakonjunktúra nyomán váltak.
- A folyók hordalékkúpjaiból, ártéréből kifűtt finom hordalékból kiterjedt *homokhátságok* épültek fel: a Tisza északkeleti öblözetében fekvő Nyírség, a Duna és a Tisza között a Duna-Tisza-közi Homokhátság, a Bánát déli harmadában fekvő Delibláti-puszták. E „homoktájakat” a honfoglalás idejére már megkötötte a növényzet, rajta ligetes erdők, a kis vízfolyások, sekély tavak, vízállások mentén galéria-erdők díszlettek. Ám a hódoltság korának kíméletlen erdőirtásai, s a túllegeltetés hatására e homokhátságok egyes foltjai ismét mozgásba jöttek, s a 18. század végétől napjainkig az itt élő emberek állandó küzdelmet folytattak a homok meg-

kötéséért (erdősítés, szőlő- és gyümölcssteleptítés). Ennek ellenére mindmáig fennmaradtak félig kötött, mozgó homok-foltok az egyébként is aszályos éghajlatú Kiskunságban. A szántóvetőt e homokhátságok sem sok sikerrel kecsegtették – különösen a Kiskunságban –, így e tájakat is elsősorban legeltető állattartással hasznosították, legalábbis a 19. század végéig.

A vázoltak következtében az Alföld középkori, koraiújkori földhasznosítása markánsan eltért a Délvidék, a Dunántúl vagy a Kisalföld földhasználatától. Míg az utóbbi tájakon a 15. század végére a rendelkezésre álló földterület közel felét eke alá fogták, addig Lóczy D. (2000) történeti tájértékelése szerint ez az arány az Alföldön a korai feudalizmus idején az 5%-ot nem haladta meg, a lápok, mocsarak, vízzel borított területek aránya 40%-ot tett ki (hasznosításuk meglehetősen vegyes volt, de abban a zsákmányoló gazdálkodás és az extenzív állattartás vitte a főszerepet), s ugyanennyi lehetett a rétek, legelők kiterjedése; a fennmaradó 15%-ot az erdők foglalták el. Itt a gazdasági élet egyeduralkodó ágazata az állattartás, mégpedig a 19. századig a külterjes („rideg”), legeltető állattartás. S ez a tény már számottevő – közvetett – hatást gyakorolt az „alföldi út” kialakulására. Ugyanis:

- A közhiedelemmel ellentétben az Alföld árvízjárta, szántógazdálkodásra csak helyelközzel alkalmas térszínei a honfoglaláskor s a középkorban sem vonzották különösképpen a letelepülőket. A téli szállásaikon már a honfoglalás előtt földet is művelő félnomád magyarság a legsűrűbben a Dunántúlt, a Kisalföldet, illetve a Délvidéket szállta meg. (E tájakon már a római korban megindult a kultúrtáj kialakulása, a fenyegetést jelentő keleti nomád népektől távolabb kedvezőbb volt geopolitikai helyzetük stb.). Így jelentős különbségek alakultak ki az egyes országrészek népsűrűségében (a 12. században a Kárpát-medence lakott területeinek népsűrűsége 8–10 fő/km<sup>2</sup>, a Dunántúl intenzívebben művelt középtájjain 15–16 fő/km<sup>2</sup>, az Alföldön viszont csak 3–6 km<sup>2</sup>). Ez kihatott a települések nagyságára, határaik kiterjedésére. Blazovich L. (1985) vizsgálatai szerint „... az 'óriásfalvak' átlagosnál nagyobb száma jellemző sajátossága a Körös–Tisza–Maros-köze középkori településképeinek. Kialakulásukat a tágas ... határ tette lehetővé elsősorban.” Ezek lehettek a későbbi mezővárosok előzményei.
- Az alacsony népsűrűség s az Alföld elsősorban külterjes állattartásra alkalmas volta eredményezték, hogy a tatárjárás után befogadott, a kelet-európai sztyeppékről épp a mongolok által elűzött, még nomád életmódot folytató népeknek, a *kunoknak, jászoknak* a ritkán lakott alföldi tájakon jelölték ki uralkodóink szállásterületüket, a mai Kis- és Nagykunságnál nagyobb területen; Pest, Csongrád, Bodrog, Külső Szolnok, Békés, Csanád, Temes, Heves, Fejér vármegyékben alakultak ki szállásaik. S e ténynek el nem hanyagolható szerepe jutott az „alföldi út” alakításában. Ugyanis a betelepedésükkor még nem feudalizálódott kunoknak a beilleszkedése a magyarországi „viszonyokba” (feudális birtoklás, függőségi viszonyok, keresztény vallás, állandó megtelepedés stb.) a 14. század végéig elhúzódott, hosszú időre *prolongálva egy bizonyos feudalizmus-előtti állapotot* az Alföldön, ennek pedig döntő szerepe volt az „alföldi sajátosságok” kialakításában.
- A kunok, jászok betelepítését végső soron „történelmi véletlennek” tekinthetjük (letelepítésük helyét az országon belül már nem!). Az azonban már szükségszerű következménye volt a táj adottságainak, hogy az Alföld lakói mindenekelőtt *legeltető állattartást* folytattak. Viszont a „ridegen” tartott (életük során mindvégig a legelőkön tartózkodó, ott az árvizektől felszabaduló legelők között vándorló, nagy tömegben együtt tartott-örzött-terelt) állatok hatalmas *legelőit nem lehetett a feudális birtokrendszerbe*

*illeszteni*, jobbágytelkekre osztani, hanem csak *közösségek* által hasznosítani. A legelők nem tartoztak a jobbágytelki állományhoz, így nem voltak alávetve művelési kényszernek, a sajátos körülmények között tartott állatok gondozását-örzését, a távoli piacokra való terelésüket nem lehetett robotmunkával elvégeztetni. Ha viszont a legelőket (jobbágy) közösségek hasznosították, akkor szerepet kellett kapniuk – közösségként! – a gazdasági élet szervezésében-irányításában: a legeltetés rendjének kialakításában, a pásztorok felfogadásában-ellenőrzésében, a közös nyájak felügyeletében, a közös használat során kirobbanó viták megoldásában, stb. Így a jobbágytelki állományhoz nem tartozó legelőkkel gazdálkodó települések lakossága *gazdasági közösséggé, érdekközösséggé vált*, míg egy „szabályos” jobbágyközségben a jobbágyok izolált egyénekként kerültek kapcsolatba földesurukkal. A – legalábbis részben – közösen gazdálkodó jobbágyokkal a földesuraknak is közösségként kellett érintkeznie, s ez a szükségszerű viszony az *autonómia* csíráit hordozta magában.

Mindez azt eredményezte, hogy ha a feudalizmus „makroszerkezete” ki is alakult az Alföldön – feudális jogrend, feudális jellegű tulajdonlás, közigazgatás, egyházi szervezet stb. –, joggal feltételezhető, hogy a „*finomszöve*” már csak *hézagosan* (a feudális birtokrendszer, üzemszervezet, robotoltatás, a szolgáltatások rendszere stb.). A települési-gazdálkodási autonómia is szükségszerű kelléke, feltétele volt a legeltető állattartásnak.

Vagyis egészen a középkor végéig az Alföld a feudalizációban „hátramaradt” terület („feudalizmus előtti terület”); ez az állapot lazább függelmeket jelentett.

A koraújkor hajnalán az „alföldi út” kiformalódásában szerepet játszó természeti tényezőkhöz két „történeti” esemény társult: az oszmán-török hódítás, az Alföld hódoltsági területté válása, s Európa gazdaságának nagyméretű regionális átrendeződése.

Az állandó háborúskodás, s a hódoltatás az ország egészére nézve katasztrofális következményekkel járt. Az Alföld is mérhetetlenül sokat szenvedett a „töröktől”, de furcsamód kedvező hozadéka is lett a török uralomnak: a „*magyar*” feudalizmus (földesúr, vármegye, úriszék) eltávozott mindennapjaikból. A török feudalizmus ugyan még kíméletlenebb (és „kelet-európaiabb”), mint a magyar (a nyugat-európai), de a kivetett adók szigorú behajtásán kívül nem igen foglalkozott az uralma alá hajtott területek belügyeivel, legalábbis a Kárpát-medencében. Így nőtt a formálódó mezővárosok autonómiája, szabadsága. Növekedett gazdasági erejük is: ugyanis a természeti adottságok következtében szükségszerűen folytatott rideg állattartás kiemelkedő jelentőségre tett szert a 16–17. században; az európai gazdálkodásban-népesedésben mélyreható területi átrendeződés zajlott le.

A „centrum” átkerült a Mediterráneumból Nyugat-Európába (a Németalföldre, a nyugati német tartományokba. Észak-Franciaországba, később Angliába). Ez a régió a 15. századtól kezdődően a korai kapitalizmus kibontakoztatásában vállalt vezető szerepet. Terjedtek a tőkés ipar korai formái, nőtt a népsűrűség, a városok lélekszáma, megnőtt a nyersanyag- és élelmiszerigény. Az Alföld s mezővárosai az élőállat-kivitelen keresztül kapcsolódtak az Európában a 15–17. században zajló eseményekhez, a gazdaság regionális átrendeződéséhez. Az élőállat vált az ország legfontosabb kiviteli cikkévé. A becslések szerint az 1500-as évek derekán mintegy évi 80 ezer, az 1580-as években 120–150 ezer állatot hajtottak nyugatra a Hódoltság területéről, de „jó” években a marhaexport megközelíthette a 200 ezer darabot is. A piacra kerülő marhák többségét az alföldi mezővárosok nevelték fel. Állattartásuk mértékéről képet ad az a török (!) adóösszeírás, mely 1570-ben 49380 marhát talált Szegeden. A tehetősebb polgárok több száz marhát tulajdonoltak (1640-ben a nagykőrösi Ádám Márton birtokában 653

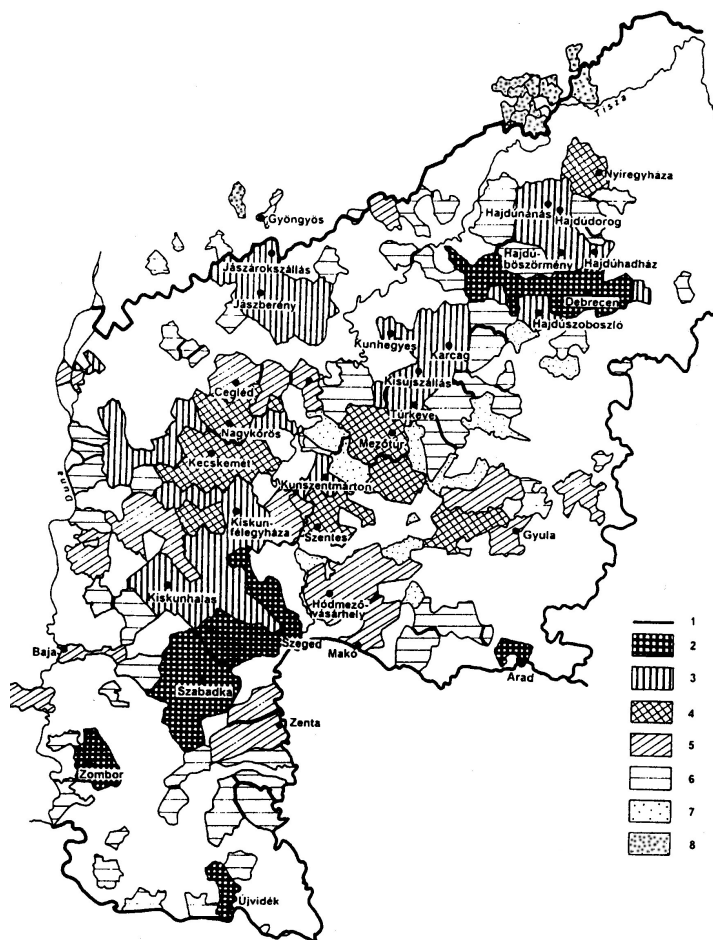
„marhaszám” volt; ez az adózási egység akár ezer marhát is jelenthetett). Ez a roppant gazdaság (amit persze a súlyos adók, esetenként a hadi események apasztottak; pl. 1707-ben a debreceni főbírótól mintegy 700 marhát hajtottak el a portyázó rácok), növelte a mezővárosok mozgásterét. Lakóik majdhogynem a szabad királyi városok polgáraihoz hasonlóan éltek, jobbágy voltuk a mindennapokban elhalványult. Vagyis a 16. századtól kezdve megfigyelhető egy olyan folyamat, amely az *alföldi út meghatározó jellegét adja*. E folyamat lényege, hogy az Alföld rövid idő alatt *úgy került át egy „feudalizmus előtti” állapotból egy, a feudalizmust meghaladó állapotba, hogy közben a rendi társadalom kifejllett, „tipikus” formája meg sem szilárdult*, nem vált általánosan elterjedtté az egységes jobbágyi rend sem.

A 16. század első éveire meglehetősen jól körvonalazódott már ez az „átfordulás”. A kiváltságos, nem magánföldesúri fennhatóság alatt álló területek mellett megszorodnak, megerősödnek a mezővárosok. Sűrűségük ugyan nem érte el a dunántúlit, de itt alakultak ki a legnépesebb mezővárosok (Debrecen, Gyula, Cegléd, Bátmonostor). A mezővárosi lakosok aránya az összlakosságon belül országosan kb. 20% volt, az Alföld egyes területein azonban azt jóval meghaladta; Bácskai V. (1965) adatai szerint pl. a Bodrog megyei jobbágyok 32%-a, a gyulai uradalom lakosságának 49%-a (!) élt mezővárosokban a 15. században. Ezek az arányok, kiegészülve a kunokkal, jászokkal, már jelleg-meghatározóvá tehetik a „szabad paraszti” vagy ahhoz közelálló fejlődést. A (korlátozott) „szabadságok földje” az évszázadok során tovább terjeszkedett az Alföldön, részben a falvak pusztulása, részben a mezővárosi jogállású települések szaporodása nyomán – ez utóbbi módon elsősorban a 18. és 19. században. A feudáliskor végére az Alföld „törzsterületének” döntő többsége több-kevesebb mentességet élvezett a feudális viszonyokkal szemben (*1. ábra*).

A mezővárosok sajátos helyzetét számos további tény erősítette. A legelőterület, csakúgy, mint a sok mezővárosban szintén jelentős árutermelést produkáló szőlőterület, nem tartozott a (jobbágy)telki állományhoz, akár birtokjogon, akár bérletként bírta azt tulajdonosa vagy a (mezővárosi) közösség. Így nem volt alávetve művelési kényszernek és jobbágyi szolgáltatásoknak. „A mezővárosok földhasználati joga, amennyiben szőlőről vagy legelőről van szó, lényegében a polgári földbérlet csíraformájának tekinthető” (Bácskai 1965). S vég nélküli példatárral igazolható, hogy a mezővárosi polgárok a jogilag a földesúr tulajdonában lévő földdel sajátjukként rendelkeztek; bérbe adták, adták-vették, rendelkeztek használatuk módjáról, stb. E gyakorlat annyira elterjedt volt az Alföldön, hogy a mezővárosi méretű-gazdálkodású, de mezővárosi jogokkal *nem* rendelkező településekben is általános gyakorlat volt a földdel, mint sajátjukkal való rendelkezés. Az export marha „előállításában” és kereskedelmében közreműködők, a pásztorok, hajtók pedig bér munkások voltak – újabb rés a feudális viszonyokon.

A vázoltak további következményekkel jártak. Például a török kiűzése után, amikor a mezővárosok védelmi szerepe csökkent, széleskörű autonómiájuk csábítása akadályozta meg, hogy az egykori falvak újraneépüljenek, hisz ez esetben a kiköltöző mezővárosi polgárok jobbágyokká váltak volna. Amikor pedig a táj népsűrűségének növekedése nyomán szükségessé vált a határ intenzívebb művelése, a sajátos tanyás gazdálkodási-települési rendszerrel tették lehetővé a távoli határrészek (szántó) művelését úgy, hogy a családok „elsődleges” lakóhelye továbbra is a mezővárosok belterületén maradt.

*Summázat: nem a természeti viszonyok terelték az „alföldi útra” e nagytájunk társadalmi-gazdasági fejlődését, de hogy ez az út úgy alakulhatott, ahogy, abban jelentős szerepe volt különféle áttételeken keresztül a „táji környezetnek” is.*



1. ábra. A „szabadság kis körei” az Alföldön a feudális kor végén  
(szerk. Beluszky P.)

Jelmagyarázat:

1. az Alföld határa,
2. szabad királyi városok,
3. szabadalmas területek,
4. megváltakozott mezővárosok,
5. nagyfokú autonómiával rendelkező mezővárosok,
6. csekélyebb autonómiával rendelkező mezővárosok,
7. mezővárosi módon élő jobbágységek,
8. hegyaljai mezővárosok, ill. bortermelő mezővárosok

## Irodalom

- Bácskai V. 1965: Magyar mezővárosok a XV. században. – Budapest.
- Bánkiné Molnár E. 1998: Betelepülő vállalkozók szerepe Kiskunfélegyháza polgárosulásában. – In: Novák L. (szerk.): Az Alföld társadalma. – Nagykőrös.
- Becsei J. 1996: Az alföldi tanyarendszer történeti földrajza. – In: Frisnyák S. (szerk.): A Kárpát-medence történeti földrajza. – Nyíregyháza.
- Beluszky P. 1988: Az „Alföld-szindróma” eredete. – Tér és Társadalom, 4. sz.
- Beluszky P. 2001: A Nagyalföld történeti földrajza. – Budapest–Pécs.
- Blazovich L. 1985: A Körös–Tisza–Maros köz középkori településrendje. – Békéscsaba–Szeged.
- Erdei F. 1942: Magyar tanyák. – Budapest.
- Frisnyák S. 1995: Az Alföld kultúrgeográfiai korszakai. – In: Frisnyák S. (szerk.): Tájak és tevékenységi formák. – Miskolc–Nyíregyháza.
- Hajdú Z. 2001: Magyarország közigazgatási földrajza. – Budapest–Pécs.
- Lettrich E. 1968: Az Alföld település- és gazdálkodási rendszere. – Földrajzi Közlemények, 1.
- Lóczy D. 2000: Az alföldi tájak változó hasznosítása és értékelése. – In: Frisnyák S. (szerk.): Az Alföld történeti földrajza. Nyíregyháza.
- Márkus I. 1986: Az „alföldi út” és elakadása. – Valóság, 4. sz.
- Nagy F. 2000: Ósfoglalkozás a Rétközben. – In: Frisnyák S. (szerk.): Az Alföld történeti földrajza. – Nyíregyháza.
- Szűcs S. 1977: Régi magyar vízivilág. – Budapest.



# NÉHÁNY GONDOLAT AZ ELMÚLT KÉT ÉVTIZED ALFÖLDI VÁLTOZÁSAIRÓL

Csatári Bálint\*

## 1. Bevezető

Kétségtelenül izgalmas szellemi kihívás és vállalkozás egy viszonylag rövid, esszészerű tanulmányban összegezni az Alföld nagyrégióban az elmúlt két évtizedben bekövetkezett különböző földrajzi jellegű változások legfontosabb elemeit. Ez a magyar nagytáj, amelynek különleges, sőt nem egy időszakban kitüntetetten fontos szerepe országunk fejlődésében aligha vitatható, a legújabb kori változásainknak pedig talán a legnagyobb vesztese. Környezeti, gazdasági és társadalmi tekintetben egyaránt.

Településeinek társadalma két évtizede, hogy folyamatosan, sőt fokozódó félelemben és elkeseredéssel küzd a természeti környezeti változások (árvíz, belvíz, szárazodás, a táj szinte általános degradációja, stb.) által okozott – alföldi önerőből szinte megoldhatatlan – problémákkal, az újabbnál újabb kihívásokkal.

A minden korábbi korban valamilyen formában a tájat és annak „világát” sokoldalúan éltető és fenntartó mezőgazdaságának piac- és népességeltartó képessége drasztikusan lecsökkent. A városok hagyományos élelmiszeripara, de az államszocializmus időszakában telepített ún. „részlegipara” is összeomlott.

A városi központoknak a vidékeikkel való együttműködése csak ritka esetekben alakult sikeresen. Az ennek kereteit adó kistérségek funkciói és határai is gyakran változtak. A szolgáltató szektorok lassú fejlődése csak kevésbé volt képes ellensúlyozni a drasztikusan megnövekedett – a mezőgazdaság és az ipar válsága miatt fellépő – munkanélküliséget.

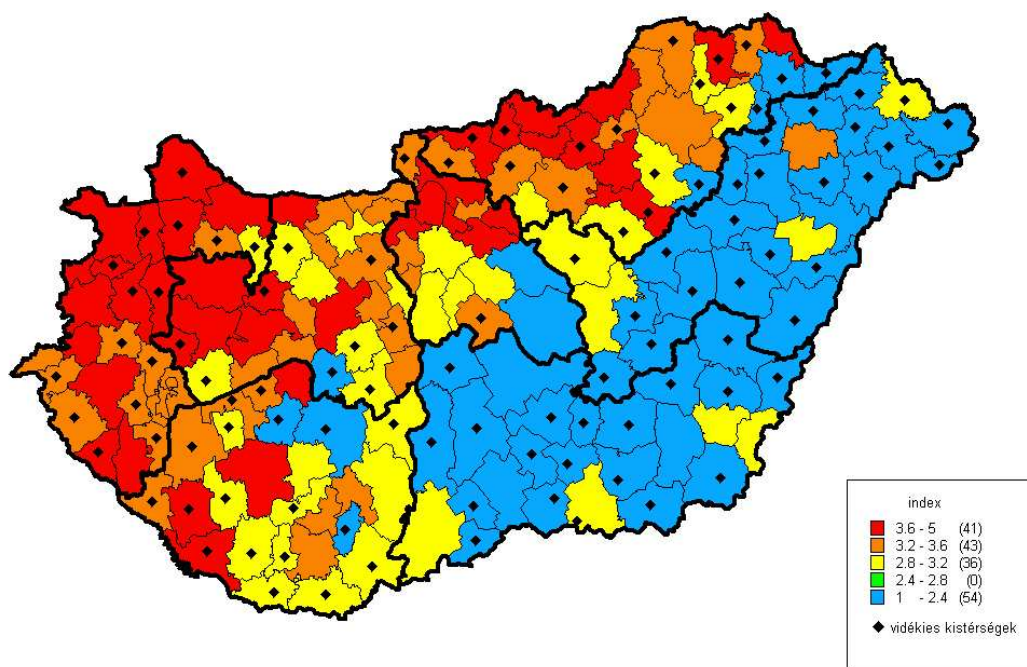
A relatíve mindig elmaradott alföldi infrastruktúra felzárkózása ugyan haladt valamelyest előre (autópályák, telefónia és internet, gáz- és vízellátás, csatornázás, hulladékkezelés), de ezt alig követte a gazdaság térségi hatásokat is mutató fejlődése, egy-két földrajzi tekintetben jól kivehető sávot (Budapest–Kecskemét–Szeged) vagy fejlődési pólus-együttest (Debrecen–Nyíregyháza) kivéve.

Az is elszomorító tanulsága az elmúlt két évtizednek, hogy az 1989–1990-es rendszerváltás kezdeteinek lelkes, jövőbe mutató és igen progresszív szakmai – civil kezdeményezéseinek (pl. Nagyalföld Alapítvány, különböző kistérségi, tájvédő egyesületek) tevékenysége egyre inkább elhalványult. Nem erősödött meg tehát kellőképpen és így *nem vált a társadalmi változásokat gerjesztő erővé az alföldi identitás*. Sőt, a „hivatalos” regionalizáció szinte idegenkedett minden olyan – akár a lokális társadalom erős táji önazonosságára építő – horizontális jellegű, vagy spontán térségi együttműködéstől, amelyre nem terjedt ki a politikai hatalom hazánkban már szinte „mindennek felettinek” tartott befolyása. Csak tetézte e problémák sorát a folyamatos elvándorlás, az alföldi társadalom tekintélyes részének előregedése, illetve elszegényedése, a cigány kisebbség egyes térségekben „felhalmozódó” konfliktusainak sora.

A jövőkép hiánya, az „ideiglenesség” lélekromboló ereje ma is látható az alábbi „Alföld ábrán”, amely kistérségi szinten összegzi és területi szintű átlagokhoz viszonyítva osztályozza az elmúlt negyedszázad magyarországi öngyilkossági adatait (1. ábra).

---

\* Dr. Csatári Bálint, kandidátusa, ny. akadémiai intézetigazgató (MTA RKK Alföldi Intézet), Kecskemét, egyetemi docens, SZTE Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, Szeged



1. ábra. Az öngyilkossági ráta minősítése a magyarországi kistérségekben 1970–2002<sup>1</sup>  
(Forrás: MTA RKK Kecskemét adatbázisa, szerkesztette: Csatári B.)

De nem kevés és hatásainak valódi „mélységében” még mindig alig ismert változást hozott a régió „országhatárainak” sajátos funkcióváltása. Rendkívül súlyosak voltak a délszláv háborús határhatások a kilencvenes évek közepén. Rövidesen „teljesen átjárható” lesz a keleti, romániai országhatár. Újraépülhetnek a kilencven éve szétszakított terek organikus gazdasági-társadalmi kapcsolatai. Sőt az Európai Unió és Ukrajna között a növekedő gazdasági kapcsolatok át- és talán felértékelhetik az ország és az Alföld észak-keleti határzónáját is.

E változások tehát – igen kevés kivételtől eltekintve – leértékelték a régiókat. Ennek globális és lokális összetevői egyaránt meghatározhatók. Mi most csak arra a kérdésre keressük a választ, hogy a gazdasági-társadalmi rendszerváltozás kezdetén megszületett Alföld kutatás-fejlesztési dokumentumok, javaslatok, majd az 1990-es évek végére elkészült hivatalos regionális fejlesztési stratégiák mennyire „voltak” felelősek a régió felzárkózásnak elmaradásáért, azokért a kétségtelen kudarcokért, amelyek az Alföldet az elmúlt két évtizedben érték.

Nyilván a szükséges és lehetséges válaszokat két irányból lehet megfogalmazni. Egyrészt a tudomány, az alkalmazott kutatások, a tervezési-fejlesztési szakma oldaláról, másrészt az országos és a helyi (esetlegesen a térségi) politika oldaláról, hozzávéve azt az intézményrendszert, illetve annak hiányosságait is, amelyek a területi (regionális) fejlődésért felelősek (lehetnek).

<sup>1</sup> A települések 10000 lakosra jutó öngyilkossági adatait kistérségi szinten összegeztük, majd ezeket térségi adatokat öt egyenlő osztályközre bontva minősítettük. A legkedvezőbb érték 5-öst, a legalacsonyabb 1-es kapott. Az alföldi térségek e téren való erős különbözőségét, súlyosan nehéz helyzetét még az mutatja, alulról a második, a 2,4 – 2,8 közötti kategóriában nem található egyetlen kistérség sem.

## 2. A területi tudományok és az Alföld

Az itt élő kutatók és szakemberek között szinte közismert tény, hogy az első szabadon választott Országgyűlés 1991. áprilisában határozatot hozott az Alföld régió „időszerű tájvédelmi és tájhasznosítási kérdéseiről”. Ezt a lépést egy – az akkori körülmények ismeretében egy szakmailag is igen jól megfogalmazott – Kormányhatározat követte, majd elkezdődtek a régió szellemi műhelyeinek aktív és érdemi együttműködésével, közreműködésével a sokak által „csak Alföld Programnak”<sup>2</sup> nevezett alkalmazott kutatások (Csatári 1995).

Ezek a munkák, több mint száz elméleti és gyakorlati szakember részvételével, gazdag módszertani apparátussal, több mint ötven különböző szintű és tematikájú szakmai tanácskozás, érlelő vita után újragondolták az „Alföld szindróma”<sup>3</sup> szinte minden akkor aktuális, vagy sokak szerint újjáéledő elemét (Csatári B. 1993).

A legfontosabb eredményeket, a régió egésze fejlesztésére megfogalmazott, tudományosan megalapozott ajánlásokat – ma már szinte elképzelhetetlennek tűnő módon – a Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége is megvitatta, majd a stratégailag legfontosabb téziseket határozatába foglalva továbbította a kormányzat felé.<sup>4</sup>

Az Alföld helyzetét és perspektíváit felvázoló talán legfontosabb dokumentum négy fő fejlesztési irányelvet fogalmazott meg, melyeket további 18 tézisszerű pontban foglalt össze. Jól reprezentálja e munka iránti közérdeklődést, hogy az 1993. december 1–2-án tartott I. Alföld Kongresszuson több, mint 250-en vettek részt, kutatók, szakemberek, országos és helyi politika vezetők. S az igen élénk viták még optimista hangnemben szóltak a régió közösen, regionális összefogással megoldandó feladatairól (Timár J. 1994).

Az Alföld előtt álló akkori felzárkózási és fejlesztési feladatok tudományos igényű megfogalmazására – így két évtized távlatából visszatekintve is – mélységesen igazak Enyedi Györgynek a szavai, melyeket a legutóbbi 2008. novemberi hasonló rendezvényen elmondott: „A jelenlegi tudásunk nem lesz elegendő az új konfliktusok megértéséhez, s kezelésükhöz. ....A tudományos kutatásnak nem időszerű problémákkal kell foglalkozni, hanem azokkal, melyek 5–10 év múlva lesznek időszerűek” (Enyedi Gy. 2008).

Ha e tekintetben tesszük mérlegre az első és második – az MTA Stratégiai Kutatások programjából az 1990-es évtized második felében futó – Alföld kutatásokat, akkor a tudományos szféra mérlegét – talán minden elfogultság nélkül – pozitívan értékelhetjük.

Lássunk ennek illusztrálására néhány példát. A már fentebb megnevezett MTA elnökségi határozatban<sup>5</sup> megfogalmazott, akkori alföldi jövő-problémák között kiemelkedő helyet kapott a régió sajátos és veszélyeztetett tájegységeinek környezetmegőrzése, tájvédelme. Ehhez szorosan kapcsolódva javasolta a kutatói kollektíva a régió komplex vízgazdálkodásának, vízrendezésnek szükségességét, a táji fenntarthatóság tekintetében alapvetően fontos mezőgazdaság újjászervezését. A résztanulmányok két fontos alföldi tájegység várható konfliktusait emelték ki, a Tisza folyó térségét és a Kiskunsági Homokhátságot. Azon túl, hogy eltelt két évtized alatt örömdetes növekedtek a természetvédelem alá került alföldi területek, sőt – jórészt a nemzeti parki igazgatóságok közreműködésével – az

<sup>2</sup> A „program” kifejezés használata tartalmilag nem volt a legszerencsésebb, hiszen a hozzá kapcsolódó tényleges tevékenységek elsősorban alkalmazott kutatás-fejlesztési programok végrehajtását jelentették.

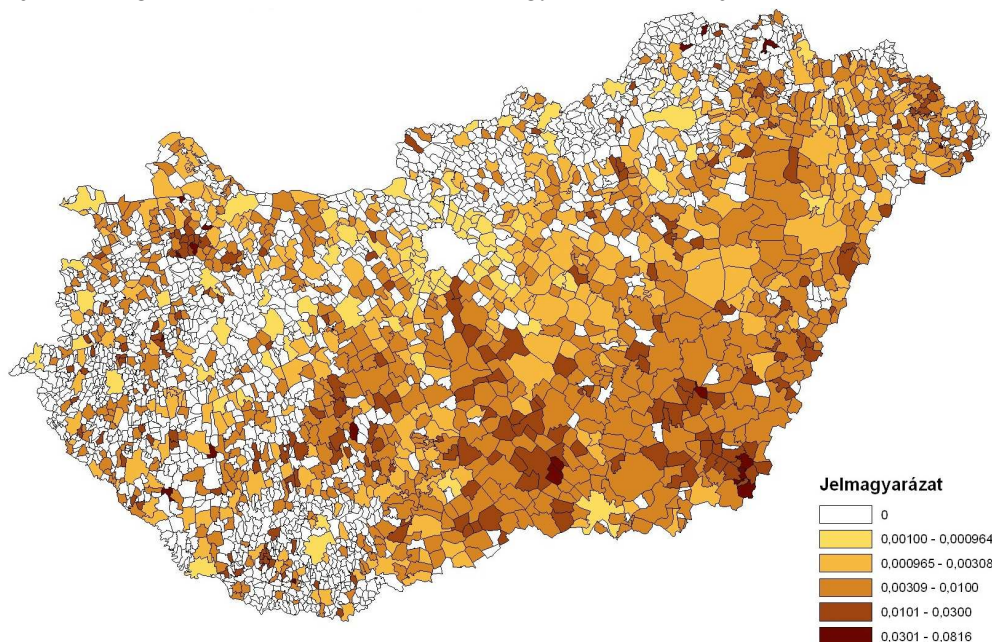
<sup>3</sup> Beluszky Pál (1988) kifejezése.

<sup>4</sup> MTA Elnöksége 44/1993. sz. határozata. Megjelent a Tér és társadalom 1993. 3–4. sz. pp. 151–164.

<sup>5</sup> Ua. mint az előző.

agrár-környezetvédelmi művelésbe vont területek aránya is növekedett, igazából mégsem lehetünk elégedettek. A táj egészét uraló mezőgazdaságban nem történt meg a „termelés-feldolgozás-értékesítés”<sup>6</sup> láncok elvárható újjászervezése, az európai uniós támogatási rendszerek pedig a legjobb talajú térségekben monokulturás agrársivatagot teremtettek, úgy, hogy a kárpótlás révén kialakult kusza (és részleteiben ismeretlen) tulajdoni viszonyok miatt e támogatás egy jelentős része a régió termelő vidékeiről már évtizedek óta elköltözött kárpótolt tulajdosokhoz a városokba, vagy a fővárosba és környékére vándorol.

Ennek ellenére legújabb vizsgálataink térképre vitt adatai (2. ábra) még mindig azt mutatják, hogy a régió agrárvilága még napjainkban is több százezer kis- és östermelőnek biztosít valamekkora megélhetést, s ha a helyi piacok újjáépítésében szerepet kaphatnak, akkor e tevékenység akár újra bővíülhet. Hozzáteve, hogy a táj rehabilitációjában a legeltető állattartásnak is sokkal nagyobb feladatok juthatnának.

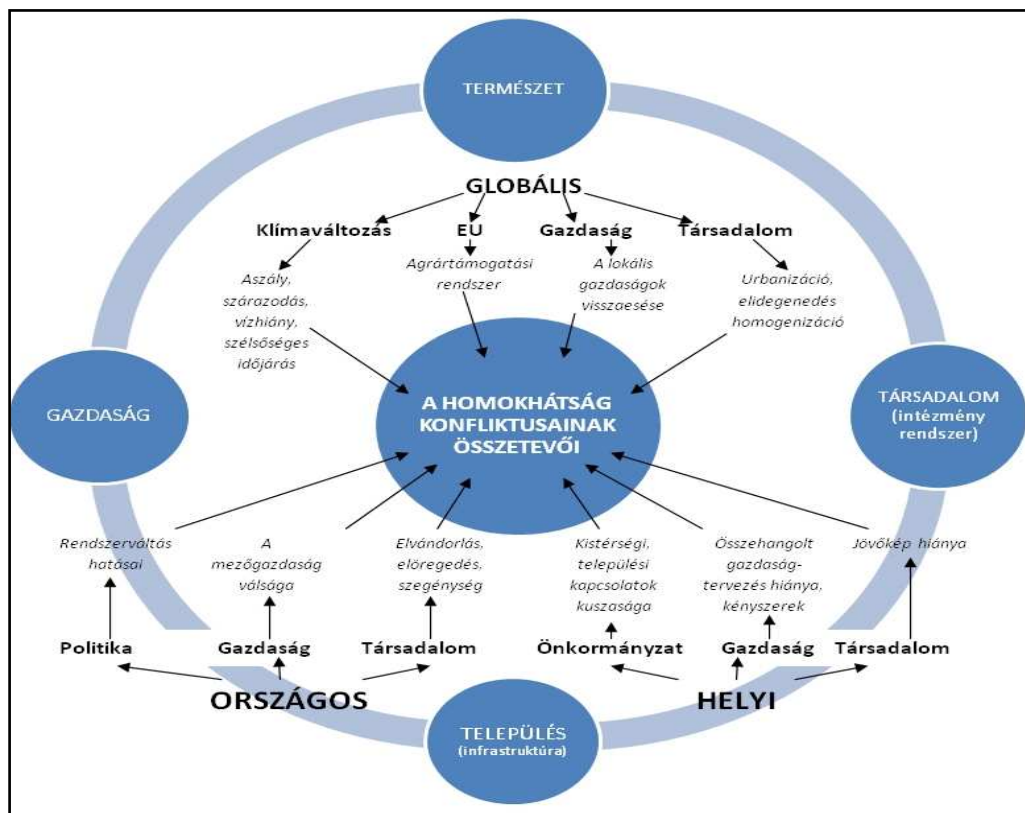


2. ábra. A mezőgazdasági kistermelők aránya a lakosságon belül 2007-ben (Budapest nélkül)  
(Forrás: MTA RKK, Kecskemét, szerkesztette: Farkas Jenő Zsolt)

Végül, helyes tudományos felvetés volt 1993-ban a két legsúlyosabb konfliktusterület (Tisza, Kiskunság) meghatározása is, amelyeknek az érzékeny – sőt az egész régióra hatással lévő – komplex igényű, táji-környezeti megújítása, rehabilitációja még mindig megoldatlan feladat az alföldi társadalom és a ország számára is. Talán itt és ehhez a mindenképpen komplexen kezelendő problémához lehet hozzátenni egy fontos megjegyzést: a helyi-térségi társadalom saját környezetétől való elidegenedése, esetenként közömbössége, igénytelensége, értékvesztése a hagyományos gazdálkodáshoz köthető, a tájat is tudatosan fenntartó gazdálkodási formák (ártéri, tanyás) csak nagyon mérsékelt hatású újjászerveződése ma sokkal pesszimistább scenáriók megfogalmazását teszi lehetővé, mint két évtizede.

<sup>6</sup> Szó szerinti idézet ugyanonnan.

Azóta a globális problémák hatásai is sokkal erőteljesebbé váltak, tehát beavatkozásoknak is sokkal komplexebben felépítetteknek kellene lenniük. Mint azt a 3. ábra mutatja. Ma már részleteiben is sokkal alaposabban ismerjük az alföldi táj változásainak mélységét és veszélyeztetettségét, ezért ha a területi tudomány e része előre tekint, akkor a közeljövőben el kell kezdődniük azoknak a részletes és az alföldi társadalom által is befogadott, sőt támogatott programoknak, amelyek a régió környezetének, tájainak további romlását megállítják. S ennek mind a jövő alföldi élelemtermelésében, mind a zöld energia előállításában, mind a növekvő értékű víz hasznosításában döntő szerepe kell, hogy legyen.



3. ábra: A Homokhátság konfliktusainak megoldásra váró összetevői  
(Szerkesztette: Csatári B.–Farkas J.)

Az alföldi gazdaság további szektorait illetően mélységesen helytállóak Enyedi György 1993-ban tett állításai, miszerint a régió gazdaságának megújulási lehetőségeit – az akkor előrevetített jövőt illetően – a különböző hálózatokba való bekapcsolódási formák fogják adni.

Azt remélték sokan (kutatók és fejlesztők), hogy a megszülető kis- és középvállalkozások majd fokozatosan mérséklék a régió valóban drasztikusan megnövekedett munkanélküliségét, s képesek lesznek nemcsak a helyi piacot kiépíteni, élni vele, de akár bekapcsolódni Európa bármely nagyobb vállalati hálózatába. Ez a jóslat sajnos igen mérsékelttel vált be, s még az olyan valóban nagy beruházás esetén is igen bonyolult feladat a térségi munkaerő és a beszállítói vállalkozói kör toborzása, mint a Mercedes most folyó kecskeméti nagyberuházása. Az alföldi gazdaság és a települések piaci versenyképességének javítása



még mindig a jövő fontos feladatai közé tartozik. S e tekintetben talán egy igen érdekes „alföldi hagyományra” lehet akár ma is felhívni a figyelmet. Ebben a régióban a társadalom képzettségének növekedése, egyetemi, középiskolai vagy akár kulturális intézményrendszerének a kiépülése rendre megelőzte a gazdaságának, települései általános életminőségének a fejlődését (Beluszky P. 2001). Ez a sokak által vallott és igazolt paradigma vélhetően újra aktuális lehet az elkövetkező, Alföldre váró két évtizedre. Mert miután „kevésbé volt alkalmazásban” 1990 óta, talán a kudarcok egy része éppen e törvényszerűség figyelmen kívül hagyásának a következménye.

Végül az akkori tudományos eredmények igen gazdag tárházából – részben terjedelmi okokból is – már csak egyetlen érdekes eredményt, előrejelzést veszünk itt elő: ez pedig az Alföld településstruktúrája, illetve a mai kistérségi területi beosztási rendszerbe erőszakolt város–vidék kapcsolatrendszer. A korábban kétségtelenül sajátos identitással és történelmi tájtudattal is rendelkező alföldi területek (Jászság, Bereg, Bihar, Bácska, stb.) megkísérelték ugyan „feltámasztani” azokat a lokális táji, települési, kulturális értékeket, amelyek akár sok évszázadon át bizonyos társadalmi energiákat is biztosítottak a fennmaradáshoz, a „túléléshez”, de igen kevés sikerrel. Ahhoz – mint a 4. ábra is jelzi – sokkal adekvátabb, a térségek települési struktúrájához és a településközi kapcsolatrendszeréhez is sokkal jobban igazodó tervezésre és fejlesztéspolitikára lett volna szükség.

Az egyébként 100%-os városi népességgel bíró alföldi „vidéki” térségeket, a volt mezővárosi, illetve tanyás térségeket olyannyira nem tudta megfelelően kezelni a „politika”, hogy a „tanya” fogalma még az építési törvénybe sem került bele. S közben fokozatosan épült le az egykori mezővárosok színvonalas intézményrendszere, népességük csökkenése és öregedése folytán már alig rendelkeznek helyi társadalmi erőforrásokkal, energiákkal. Az államszocializmus kezdetén elszenvedett – a paraszt-polgári rétegek elvesztése miatti – súlyos politikai diszkriminációjuk nyomán keletkezett veszteségek „tényleges kárpótlása” nem következett (és tegyük hozzá nem is következhetett) be.

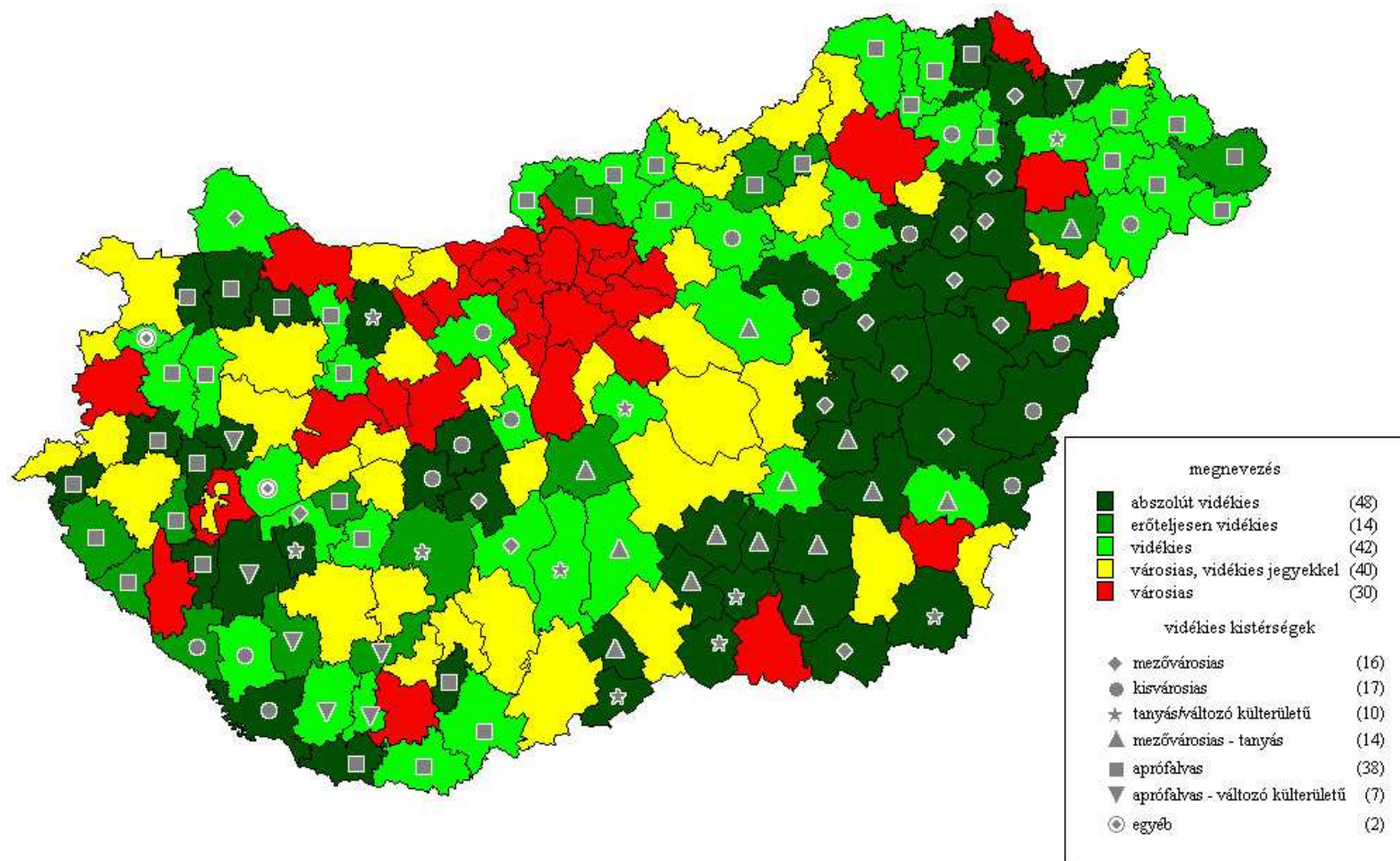
Az első Alföld kutatás zárómondata a következőképpen szólt: „A kutatási program végrehajtása során az alföldi társadalom számos megnyilvánulása bizonyította egy új felépítésű, alulról építkező, regionális és tájfejlesztési célokat szolgáló program fogadásának készségét”(Csatári B. 1993).

### 3. A területi politika és az Alföld

Vélhetően ennek az előbbi mondat két tartalmi elemének a „be nem következése” jelentette az egykori Alföld program úgymond „területpolitikai” kudarcát. Az egyik az „alulról építkezés” területfejlesztési filozófiájának az elmaradása, a másik a valódi „regionális és tájfejlesztési célokat szolgáló” programok hiánya.

Az alulról építkezés ügyében rögzíthető, hogy az első, mondhatni spontán szerveződésű kistérségek esetében még számoltak azok civil és lokális politikusi szervezői a homogenitás, a funkcionalitás és identitás területszervezési tényezőinek fontosságával, azzal hogy a tradíciók, akár a hagyományos településközi kapcsolatok is számottevő szerepet kapjanak az első kistérségi PHARE pályázati programokban. Majd amikor ezek térségi egységek mondhatni hivatalos „területfejlesztési, statisztikai kistérségek-ké” alakultak az 1996-os törvény elfogadása nyomán, szinten elveszett bennük minden spontán és őszinte társadalmi kezdeményezés. *A meglehetősen kezdetleges demokratikus berendezkedésünkéből is következően a politikai hatalom rendre „államosítani”, vagy legalábbis teljes központi kormányzati hatalmi befolyása alatt tartani akart mindent.*





4. ábra. A magyarországi kistérségek térszerkezeti típusok szerinti megoszlása 2005-ben  
(Forrás: MTA RKK Számítóközpontja, Kecskemét, Szerkesztette: Csatári B.)

Így azokat a térségi vagy regionális szerveződések is, amelyek a rendszerváltozás után erőteljesen meggyengült megyei középszint pótlására jöttek létre, gyakran élére állva olyan kezdeményezéseknek, amelyek az Alföld akkor elképzelt és elég alaposan megkutatott jövője szempontjából igen fontosak lehettek volna (pl. Tisza-menti Önkormányzatok Szövetsége, Dél-alföldi Kistérségek Egyesülete, Homokhátság Térségfejlesztési Társulás, vagy akár a Nagyalföld Alapítvány).

Sajnos ez az 1990-es évek első felében tapasztalható szellemi és civil-szervezeti pezgés a tényleges regionális (fejlesztési) politikát tekintve tovább gyengült a fejlesztési régiók megalakításával. Bár az Észak- és a Dél-Alföld régiók még az első és igényes, komplex szemlélettel készült regionális fejlesztési koncepcióikban gyakran utalnak az Alföld kutatási program eredményeire és az MTA Elnöksége ajánlásaira, a tényleges európai regionális előcsatlakozási programok idejére már csak a hatalmi központok pályázati forrásai jelentették a „tényleges és minden tekintetben meglehetősen besűkülte pályát” vizsgált régióink számára.

Úgy tűnik a központi és helyi (térségi) politikusok számára is *a mindenáron való terület- és településfejlesztési forrásszerzés vált az egyetlen céllá*, úgy hogy azoknak gyakran sem a környezeti hatásaival, sem komplex térbeli (táji) externáliáival nem számoltak. A régiók és kistérségek lehet, hogy azért sem erősödtek meg a területfejlesztés valódi céljainak megfelelően, mert sem a központi hatalom képviselői, sem a helyi települési önkormányzati vezetők nem akartak lemondani megszerzett hatalmuk (és a fejlesztési források felett való teljes rendelkezés jogáról) egy erősödő, a tervezésben-fejlesztésben jól működő régiós középszint javára. E dolog addig „fajult”, hogy 2010-ben már a kormányzat területfejlesztési alapja is megszűnt, az Európai Unió által biztosított szerény regionális fejlesztési források pedig szinte „elvesznek” a szisztematikusan egyre kevésbé tervezett (és kutatott) alföldi térben.

A politika, illetve pontosabban a területpolitika Alfölddel kapcsolatos egyik legváratlanabb lépése egyébként az volt, amikor akkori miniszterelnök utolsó hivatali munkanapján, 1994. május 9-én aláírta az Alföldről szóló kormányhatározatot. Majd annak végrehajtását a következő környezetvédelmi és területfejlesztési miniszter a területfejlesztésről és -rendezésről szóló törvény életbe lépéséig felfüggesztette. Ez a nevezett törvény tudjuk jól, életbe lépett. Sőt egyszer volt még egy „igazi” Alföld tanácskozás Szolnokon, valamikor 1997 nyarán, amikor az akkori kormányzat „megkísérelte rábízni” az alakuló alföldi régiókra az említett határozat egyes feladatait. Kevés sikerrel. Mert már akkor is szinte kizárólag arról folyt a vita, hogy ki, s hova ad hozzá azonnal pénzt is.

#### 4. Zárógondolatok

Így az egész Alföldet fontosságának és lehetőségeinek mértékében is tekintetbe vevő – mondhatni az európai területpolitikai gondolkodással is együtt haladni képes – regionális fejlesztéspolitika fokozatosan elenyészett. Nem következett be a valóságos regionalizáció. A régió ugyan megmaradt a tudományos vizsgálódások érdekes tárgyául, s a közbeszédben is előfordul, hogy emlegetik „néha” az Alföldet. De ez sajnos sokkal kevesebb, mint amire változatlanul szüksége lenne ennek a markáns magyar nagytájnak és társadalmának.

A globális változásokra adható lokális válaszokat itt kell(ene) kitalálni és megvalósítani végre azokat a programokat, amelyek közül jó néhány – s ezt egy Alföld kutató számára igen szomorú leírni – két évtizede vár, tudományosan is alátámasztva, a megva-

lósításra. Mondhatni, hogyha igaz az a tétel, hogy a tudománynak a jövő problémáira kell koncentrálni, akkor mi – kissé keserűen írom le – talán túlságosan is a jövőbe láttunk.

Meggyőződéssel vallom, mint kutató és mint egyetemi oktató is, hogy bizonyára lesz sikeresebb periódusa még az Alföldnek. Ehhez talán újra vizsgálnunk kellene, hogy milyen az itt élők azonosságtudata, helyismerete. S van-e a közösségünk „itt élésének” valamiféle jelentéstartalma, amely akár az értelmén túlmenően érzelmi viszonyokkal is meghatározott. Ahogy a modern geográfia művelői mondják, az ember nemcsak az adott környezetében és a házában él, hanem egy – az adott hely szelleme által meghatározott – szimbolikus világban is, amelyek éppúgy cselekvésre készíthetők, mint a fizikai szükségletek, vagy kényszerek. Azt hiszem ez roppant izgalmas tudományos és kulturális kérdés napjainkban. Ismerete nélkül az Alföld jövője sem képzelhető el. Az is végtelemül izgalmas kérdés, hogy hogyan teremtsünk új regionális szimbólumokat? (Rakonczai J.–Szabó F. 1996). Talán új lokális identitást, ami érzelmileg befogadható, sőt konkrét – városi, falusi, tanyai és alföldi cselekvési programokban testet ölt.

Tisztában kell lennünk vele, hogy a modern társadalmak progresszivitása és erőszakossága éppen a helyi kultúra, a lokális identitás ellen hat, de meggyőződéssel merem kijelenteni. A mai világban szinte egyetlen alföldi esélyünk, hogy a kultúránkra, hagyományainkra alapozva megkíséreljük a lehetetlent – ahogy egyes új elméletek szólnak. Például az indiai Nobel díjas Sen biorégió elmélete, vagy az újra gondolható kultúragazdaságnak a modernitás utáni korra szóló elmélete. Amely azzal számol, hogy az egyre nyilvánvalóbb állandó növekedést és mértéketlen fogyasztást fel kell váltania a szükségletek kielégítését szolgáló erős helyi gyökerekkel is rendelkező gazdaságnak. A technikai műszaki alapok mellett legalább olyan fontosak lesznek a humán, az emberi, a kulturális alapok. A felülről vezérelt rendszereket az alulról építkező, a szubszidiaritást, a helyi közösség önrendelkezését kiinduló alapnak tekintő modellek váltják fel. A ráció mellett ismét fontos lesz az emóció is, az abból táplálkozó plusz lelki-emberi energiák. S a masculin, a kizárólag a versenyt és versenyképességet szajkózó, azaz férfias gondolatmenetek mellett legalább olyan fontos lesz a dolgok feminim jellege, nőiessége. Ahogy Kiss Benedek költő klasszikus verssorában fogalmaz: „Asszonyról, Istenről, Hazáról, Alföldül érzem, Alföldül gondolkodom”. Próbáljuk meg ismét. Másképp nem fog menni.

## Irodalom

- Beluszky Pál 1988: Az Alfölszindróma eredte, Vázlat. In: Tér és társadalom. 4. pp. 3-29.
- Beluszky P. 2001: A Nagyalföld történeti földrajza. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 274 o.
- Csatári B. 1993a: Az Alföld tünetcsoport újjáéledése, Tér és társadalom, 7. évf. 3-4. pp. 1-12.
- Csatári B. 1993b: Az Alföld kutatási program alapján a régió fejlesztésére megfogalmazott ajánlások, Tér és társadalom, 7. évf. 3-4. sz. pp. 151-164.
- Csatári B. 1995: Az Alföld helyzete és perspektívái. Alföldkutatási program 1991-1994. A Nagyalföld Alapítvány Kötetei 4. Békéscsaba, 99 o.
- Csatári B. 2010: Jövőkép vázlatok a Duna-Tisza közéről. Forrás, 42. évf. 7-8. sz. pp. 127-138.
- Enyedi Gy. 1994: Az Alföld fejlesztésének perspektívái. In: Timár J. (szerk.) 1994: Az „alföldi út” kérdőjelei. Alföld Kongresszus, Békéscsaba
- Enyedi Gy. 2009: Megnyitó In: Belanka Cs.–Duray B. (szerk.): Helyünk a világban – alföldi válaszok a globalizáció folyamataira, Békéscsaba, 2009. pp. 9-11.
- Rakonczai J.–Szabó F. (szerk.) 1996: A mi Alföldünk. Békéscsaba, 225 o.
- Timár J. (szerk.) 1994: Az „alföldi út” kérdőjelei. Alföld Kongresszus, Békéscsaba, 320 o.



# A GEOTERMIKUS ENERGIA HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI AZ ALFÖLDÖN

*Szanyi János – Kovács Balázs\**

## 1. Geotermikus adottságok

A Föld belsejében lévő radioaktív anyagok bomlását nevezzük földhőnek vagy geotermikus energiának. A Föld térfogatának 99 %-a melegebb 1000 °C-nál és csak alig 0,1 %-ának hőmérséklete alacsonyabb 100 °C-nál!

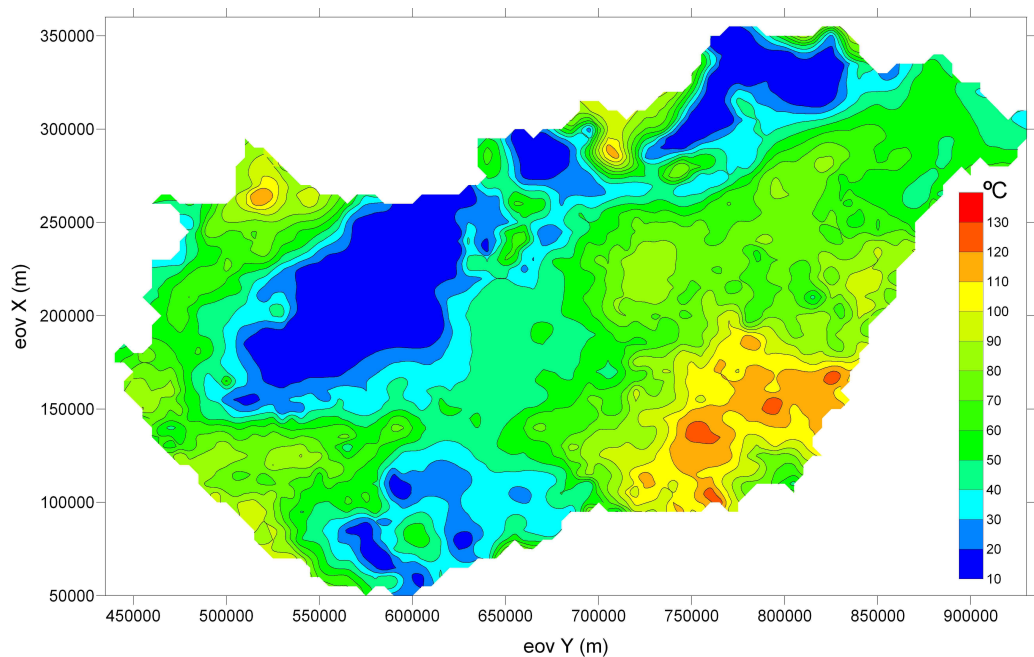
A radioaktív bomlás legjelentősebb mennyiségben a Föld magjában történik, ezért itt találjuk a legmagasabb hőmérsékletet, 5000–6000 °C-ot, ami a felszín felé haladva fokozatosan, de nem egyenletesen csökken az adott helyen tapasztalható évi középhőmérséklet értékéig. Mivel a szilárd földkéregben, a radioaktív anyagok bomlása már elhanyagolható, a földkéreget egyfajta szigetelő anyagként tekinthetjük a földi hő terjedése szempontjából. Szeizmikus vizsgálatok alapján tudjuk, hogy a földkéreg nem azonos vastagságú, a kontinensek alatt vastagabb (30–90 km), míg az óceánok alatt vékonyabb (6–15 km). Magyarországon a földkéreg jelentősen vékonyabb, mint általában a kontinensek alatt, 22–26 km. Ezért a szilárd földkéreg alatti lassú áramlásban lévő, hőt szállító asztenoszféra közelebb van a felszínhez, mint a Föld más pontjain (az aktív vulkáni területektől eltekintve). Magyarországon a geotermikus gradiens értéke átlagosan 5°C/100 m, ami mintegy másfélszerese a világátlagnak. A mért hőáramértékek is nagyok: 38 mérés átlaga 90,4 mW/m<sup>2</sup>, miközben az európai kontinens területén 60 mW/m<sup>2</sup> az átlagérték (Dövényi–Horváth 1988).

A felszínen kb. 10°C a középhőmérséklet, s az említett geotermikus gradiens mellett 1 km mélységben átlagosan 60 °C, 2 km mélységben pedig 110 °C a kőzetek hőmérséklete, és az azokban elhelyezkedő vize is. A geotermikus gradiens az Alföldön nagyobb, mint az országos átlag, a Kisalföldön és a hegyvidéki területeken pedig kisebb annál. Az ismert, jó vízvezető képződmények legnagyobb mélysége eléri a 2,5 km-t. Itt a hőmérséklet már a 120–140°C is lehet (1. ábra).

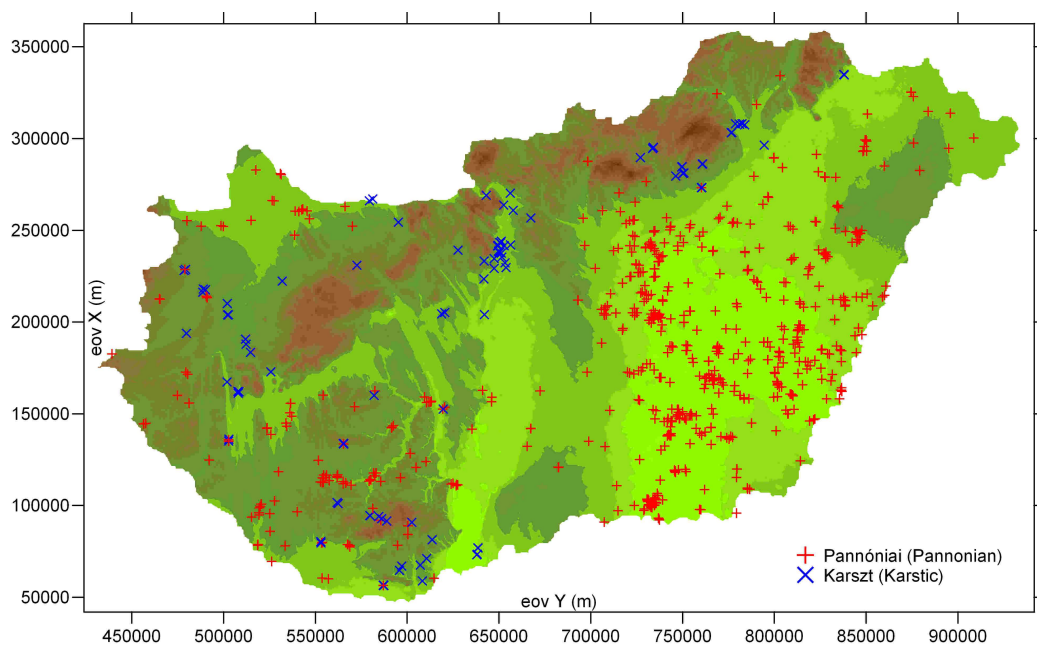
A hévízkutakban felfelé haladó víz azonban lehűl, ezért a felszínen a vízhőmérséklet ritkán haladja meg a 100 °C-t. Gözelőfordulásokat csak néhány, kellően még nem megkutatott, nagy mélységű feltárásból ismerünk. Magas hőmérsékletű, gőz alakban jelentkező geotermikus előfordulások szempontjából Magyarország nincs olyan kedvező helyzetben, mint az aktív vulkánossággal jellemezhető országok (pl. Izland, Olaszország vagy Oroszországban Kamcsatka, stb.). Hazánkban az egyik legjelentősebb magas hőmérsékletű és nyomású karbonátos tároló az Alföld aljzatában Fábiánsebestyén térségében található. A Fáb-4 jelű szénhidrogénkutató fúrásból 1986-ban közel 200 °C hőmérsékletű forró víz-gőz keverék tört ki, 380 bar túlnyomással 3800 m mélységből (Bobok–Tóth 2010). Ennek hasznosítása – bár számos terv született – még nem történt meg.

---

\* Dr. Szanyi János c. egyetemi docens, PhD, SZTE Ásványtani, Közettani és Geokémiai Tanszék,  
Dr. Kovács Balázs egyetemi docens, PhD, intézet igazgató, Miskolci Egyetem Környezetgazdálkodási Intézet és SZTE Ásványtani, Közettani és Geokémiai Tanszék



1. ábra. Hőmérséklet értékek a felső pannóniai korú vízadórétegek alján  
(Rezessy et. al. 2005)



2. ábra. Termálkutak Magyarországon



## 2. Hidrogeológiai viszonyok

Termálvíz termelés szempontjából, hazánk igen szerencsés helyzetben van. Ugyanis a kiváló geotermikus adottságok jó vízadó képződményekkel párosulnak. Az Alföldön és a Kisalföldön elsősorban a felső-pannóniai korú homokkővek, míg a karsztos területeken a triász időszi mész- és dolomitok tárolják a termálvizet. Magyarországon a 30 °C-nál melegebb kifelővízű kutakat és forrásokat tekintjük hévízkutaknak, illetve hévforrásoknak (termálvizeknek). Ilyen hőmérsékletű víz az ország területének 70 %-án feltárható az ismert képződményekből (2. ábra).

A hévízkutak létesítésének időbeli alakulását elemezve megállapítható, hogy az 50-es években kezdődő fellendülést követően a 60-as években tetőzött a kútépítés üteme, majd stagnálás és erőteljes csökkenés volt jellemző. Jelenleg újabb fellendülés küszöbén állunk a megújuló energiák iránti növekvő igénynek köszönhetően.

## 3. Hévízkutak hasznosítás szerinti megoszlása

Az 2007. január 1-i állapot szerint az országban nyilvántartott 30 °C-nál melegebb vizet adó kutak száma: 1461 db (LORBERER 2008). A kutak 41%-a 40 °C-nál alacsonyabb hőmérsékletű, a 60 °C-nál melegebb vizet adó kutak aránya az összes kútnak közel egynegyede, de csak alig több mint 5 % a 90 °C-nál melegebb vízű kút (1. táblázat). A hévízkutak közel negyede ma már selejt, illetve ideiglenesen lezárt, visszatáplálásra pedig alig 1% szolgál. Ha ezeket és a megfigyelő kutakat nem vesszük figyelembe, akkor a ténylegesen üzemelő hévízkutak száma 971 db (a helyszíneléssel nem ellenőrzött nyilvántartások alapján).

1. táblázat. Termálkutak hasznosítás szerinti megoszlása (LORBERER 2008)

Hőmérséklet (°C)	Hasznosítási mód (db)										Termelő kút (db)	Termelő arány (%)
	ivóvíz	fürdő	agár	ipari	táv hő	vegyes	visszasajtoló	megfigyelő	lezárt	felszámolt		
30 - 39,9	199	70	88	30	1	12	1	52	86	103	400	41,19
40 - 49,9	23	138	21	14	3	17		45	45	31	216	22,24
50 - 59,9	7	61	21	8	3	17	6	11	20	14	117	12,05
60 - 69,9		40	16	8	1	28	7	4	18	11	93	9,58
70 - 79,9		9	20	7	3	11	2	2	11	3	50	5,15
80 - 89,9		4	33	1	3	1	1	1	7	1	42	4,33
90 - 99,9		6	40	1	4				3	3	51	5,25
>100			1			1			2		2	0,21
Összesen	229	328	240	69	18	87	17	115	192	166	971	100
Termelő kút arány (%)	23,58	33,8	24,7	7,1	1,85	8,96						100

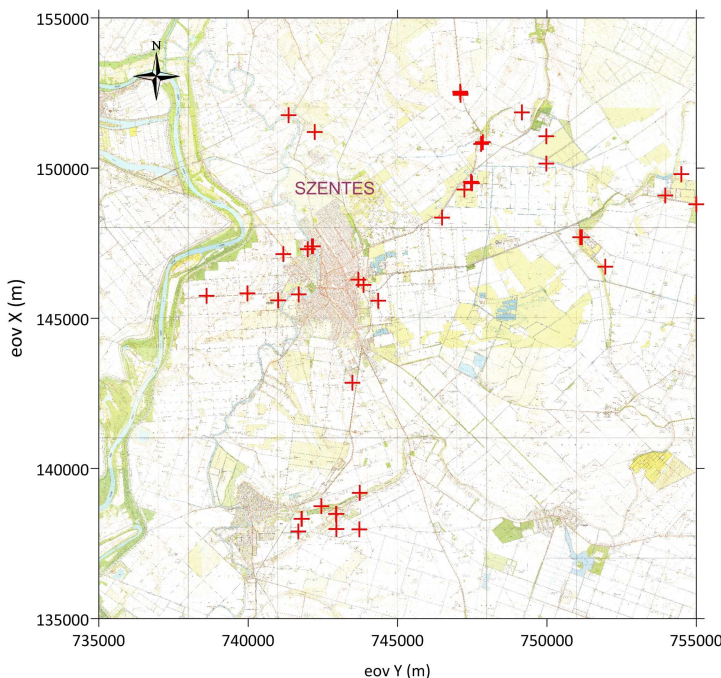
Ebből: - Gyógyvíz (2005):151 kút 103 helyszínen + 1 Hévíztó (Hévíz) + 4 forráscsoport Budapesten és 2 forráscsoport Egerben  
- Ásványvíz (2005): 109 kút 61 helyszínen

Az üzemelő hévízkutak harmada balneológiai célokat szolgál, de csak egy részük – 5 évvel ezelőtti hivatalos adat szerint 151 kút – vizét nyilvánították gyógyvízzé. A természetes gyógytényezőkről szóló 74/1999. (XII. 25.) EüM rendelet a gyógyvizet olyan ásványvíznek határozza meg, amelynek természetes, orvosilag bizonyított gyógyhatása van külső vagy belső használat esetén. Ásványvíznek az 1000 mg/l-nél több oldott anyagot, vagy 500–1000 mg/l közötti oldott anyag tartalom mellett egyes komponenseket meghatározott koncentráció felett tartalmazó vizet tekinti a rendelet. Annak megítélése tehát, hogy egy hévforrás vagy kút vize gyógyvízzé nyilvánítható-e, nem csak a víz összetételétől függ, hanem alapvetően orvosi szempontokat figyelembe vevő minősítési eljárás eredményétől.

A hévízkutak 43%-a szolgál mezőgazdasági, kommunális, ipari fűtési, használati melegvíz-ellátási, s egyéb célokra. Ezek közül is jelentős a 40 °C-nál kisebb hőmérsékletű kutak aránya, főleg a mezőgazdasági hasznosítás esetében, ahol nagyobbreszt víz-ellátási célokat szolgálnak az alacsonyabb hőmérsékletű hévízkutak is.

Az ipari hasznosítók elsősorban üzemi épületeik fűtésére vagy technológiai célokra (kenderáztatás, élelmiszeripari technológia, stb.) veszik igénybe a mélységi vizek hordozta földhőt, de a technológiát a sajátos vízkémiai összetétel is segítheti. Közismert az olajbányászati példa is, ahol szénhidrogén-tároló rétegek nyomásának megőrzése érdekében sajtolnak vissza hévizet (pl. Algyő).

Legjelentősebb hazai geotermikus energiahasznosítás a mezőgazdaság területén található, ahol kertészeti és állattenyésztő telepeket fűtenek termálvízzel. Az Alsó-Tiszavidéken – Szentes és Szeged térségében – világ szinten is jelentős nagyságú, geotermikus energiabázisra telepített mezőgazdasági telepek működnek. Hazánkban Szentes környékén található a legtöbb üzemelő termálkút (3. ábra).



3. ábra. A termál kutak helye Szentes térségében

Az üzemelő hévízkutak közel egynegyede vízműkút. Főleg az Alföldön fordul elő, hogy 30–60°C hőmérsékletű hévízkutakat ivóvízellátás céljából, vízműkútként üzemeltetnek, s vizüket hidegebb vizű kutakéhoz keverik.

A hasznosítás – sajnos még nem elég széleskörűen elterjedten – komplex módon is történik. Néhány helyen a magasabb hőmérsékletű hévíz hőenergiáját először a fűtő-radiátorokban csökkentik, majd használati vizet melegítenek vele, illetve a harmadik lépcsőben a padlófűtésbe, vagy a közeli strandfürdőbe juttatják (Hódmezővásárhely, Kistelek, Mórahalom, Szentes, stb.). Ugyanitt találunk példát a komplex mezőgazdasági és kommunális hasznosításra is: a kertészetekből vagy a távfűtőművekből kikerülő, lehűlt vizeket strandfürdőkben, illetve fóliasátrak talajfűtésében vagy szénhidrogéntároló rétegek nyomásfenntartására használják fel. Ezeknek a hévízhasznosító rendszereknek a többsége 1965–1985 között épült, műszaki állapotuk és működésük hatásfoka is ezeknek az éveknek a színvonalát képviseli. A megépült létesítmények műszaki korszerűsítése a hatásfoknövelő kiegészítő beruházások (többnyire tökehiány miatti) elmaradása következtében csak kevés esetben valósult meg. Indokolatlanul nagy a hévízhasznosító rendszerek hővesztesége, amelyhez sok esetben vízpazarlás is társul. Az ilyen helyeken folyamatosan működnek feleslegesen nagy vízhozammal a termálkutak olyankor is, ha nincs szükség teljes vízmennyiségre. A hőhasznosító létesítmények korszerűtlensége miatt a hasznosított hőmérséklet-tartomány a termálvízzel kivett hőmennyiségnek csak harmada, negyede. Ahol azonban fejlesztettek, ott jelentős megtakarítást és hatékonyabb hévízgazdálkodást sikerült megvalósítani. Iránymutató a hódmezővásárhelyi Geotermikus Közműrendszer, amely (évtizedünkben fokozatosan kiépülve) lakások, közintézmények távfűtését látja el 2000 m-es kútjainak 80 °C-os vizével. A fűtőműből kikerülő lehűlt víz egy részét a városi fürdőnek adja át, a többit pedig 2 db 1700 m-es talpmélységű kútba visszasajtolja. Ezen kívül a közműrendszer 1300 m-es kútjából – a 40 °C-os vízre ráfűtve – közvetlenül használati melegvizet is szolgáltat a lakosságnak, energiatakarékosan kímélve ezzel a város ivóvízkészletét.

#### 4. Geotermikus energia termelés napjainkban

Magyarországon a geotermikus energia kivétel uralkodó formája a víztermelés. A hévíztermelés tényleges mértékére csak bizonytalan adatok vannak, mivel a mérési lehetőségek sok helyen nem teszik lehetővé a ténylegesen kitermelt mennyiség meghatározását. Az utóbbi években 80–120 millió m<sup>3</sup>/év átlagos termálvíztermeléssel számolunk (Szanyi et. al. 2009). A vízkivétel nélküli, vagy közvetítő fluidummal kinyert geotermikus energia mértéke elenyésző.

A víztermelési adatok esetében mind a termál- mind a nem termálvíz adatokat feldolgoztuk, elsősorban azért, hogy képet kapjunk arról, hogy a kivett hőmennyiség hányad része köthető termálvizekhez. (Számításaink során a víz-hőmérséklet adatokból levontuk az évi középhőmérsékletnek számító 11 °C-ot.)

Ezek alapján éves szinten 26,6 PJ hőmennyiséget termeltünk ki, amelyből 15,2 PJ származik termálvízből. *A hasznosított mennyiség a balneológiai felhasználással együtt is alig 4,0 PJ-t tett ki, tehát a termálvízzel kivett hőmennyiség alig negyede!* Az összes hőkivétel mintegy ötöde (5,8 PJ) Csongrád megyében történt (Rezessy et. al. 2005).

Az alacsony hőfokú – általában 30 °C alatti – geotermikus energia hasznosítás legáltalánosabb formája a hőszivattyúval történő hasznosítás. Ennek lényege, hogy egységnyi villamos energia, mint hajtóenergia segítségével, földhőt felhasználva, hoz-

závetőleg 4 egységnyi fűtési energiát lehet előállítani. Méretét tekintve a családi házak néhány kW-os fűtési teljesítmény igényétől nagyobb létesítmények 1–4 MW-os teljesítmény igényéig képes a fűtés és hűtési energiát biztosítani. Hazánkban az európai átlagtól lemaradva mintegy 2000 hőszivattyús rendszer üzemel.

## 5. Geotermikus energiatermelés fejlesztési lehetőségei

A termálvizekben bővelkedő területeinken, több hő kinyeréséhez több termálvizet kell kitermelni. A termálvíz-rezervoárjaink vízkészletei viszont végesek. A termelést csak úgy lehet fokozni, ha a lehűlt vizet a rezervoárba visszajuttatjuk. A mélyben a víz felmelegszik és újra kitermelhető. Az intenzív hőkinyerés ilyen a módjára számos hazai és nemzetközi példa ismert.

A hatékonyság növelésének elengedhetetlen feltétele a régi termálrendszerek felülvizsgálata, melynek része a magas hőfokú, elfolyó használt termálvizek befogadóba engedés előtti maradék hőtartalmának hőszivattyús hasznosítása.

Hazánk földtan adottságai lehetővé tennék elektromos áramtermelő erőművek létesítését, melyek 1 MW<sub>e</sub> elektromos áram előállítása során kapcsoltan kb. 4–8 MW<sub>t</sub> hőt képesek szolgáltatni. Az elektromos áramtermelésre alkalmas, 120 °C-nál magasabb hőmérsékletű hévíztározók nagy mélységben találhatók.

Több ezer meddő szénhidrogén kút geotermikus energiatermeléssel való hasznosítása is napirenden van. Azonban ezen kutak műszaki állapota, valamint az a tény, hogy eredendően nem hévíztermelésre képezték ki azokat, jelentősen korlátozza alkalmasságukat. Valószínűsíthető, hogy ezek a kutak lehetnek leginkább alkalmasak a monitoring kúttá való átképzésre, melyek segítségével folyamatosan kontrolálhatjuk a termálvízadók állapotát.

A nagymélységű geotermikus potenciál Magyarországon óvatos becslések szerint is 65–70 PJ/év, míg a sekély mélységű, hőszivattyús technológia további 30–40 PJ/év, összesen 100–110 PJ/év mennyiségű földhő hasznosítási lehetőségét prognosztizálja, amely hőmennyiség Magyarország fűtési hőigényének mintegy 20%-a, vagyis a teljes primer energia szükséglet kb. 10%-a kiváltható hazai, környezetbarát energiaforrással!

## Irodalom

- Bobok E.–Tóth A. 2010: A geotermikus energia helyzete és perspektívái. Magyar Tudomány, 926–937.
- Dövényi, P.–Horváth, F. 1988: A review of temperature, thermal conductivity, and heat flow data for the Pannonian Basin, in Royden, L. H.–Horváth, F. editors: The Pannonian Basin; a study in basin evolution. American Association of Petroleum Geologists Memoir 45, 195–233.
- Fridleifsson, I.B.–Bertani, R.–Huenges, E.–Lund, J.–Rangnarsson A.–Rybach, L. 2008: The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change. Proceedings IPCC Climatic Scoping Meeting Lübeck.
- Lorberer Á. 2007: Geotermikus hasznosítások tervezési és engedélyezési tapasztalatai a hazai adottságok tükrében, – „A geotermia szakma-politikai kérdései” konferencia, Szentes, web site, <<http://www.geotermika.hu/portal/?q=hu/node/13>>:
- Rezessy G.–Szanyi J.–Hámor T. 2005: Jelentés a geotermikus energiavagyon állami nyilvántartásának kialakításáról. Kézirat, MGSZ Budapest, 82 old.
- Szanyi, J.–Kovács, B.–Scharek, P. 2009: Geothermal Energy in Hungary: potentials and barriers, European Geologist 27, 15–19.

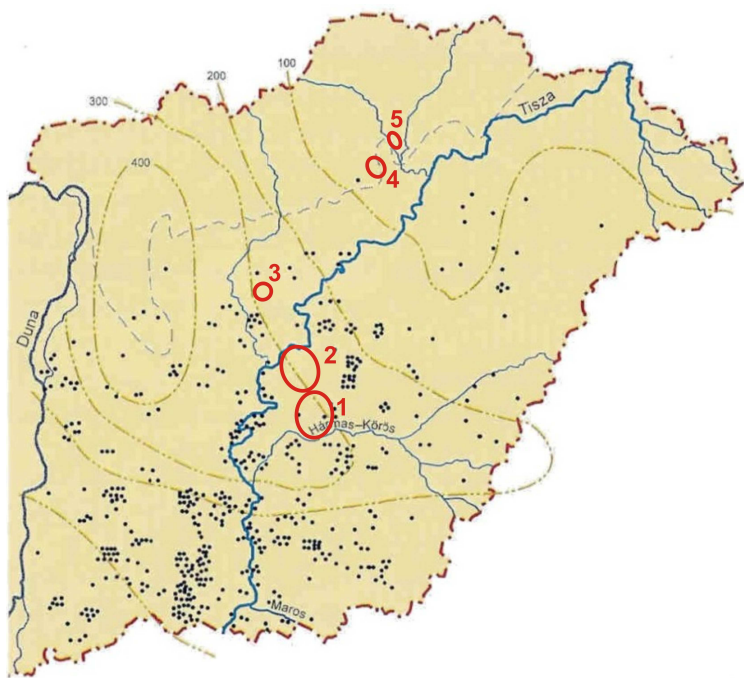
# A KÁRPÁTOK ÉS A MAGYAR ALFÖLD LÉGCSERÉJÉNEK SZÉLENERGETIKAI VONATKOZÁSAI

Tar Károly\*

## 1. Bevezetés

A szélenergia hasznosításának története azt mutatja, hogy elődeink sokáig nem is ismer-tek más olyan energiát, amit szolgálatukba állíthattak volna. A szélnek köszönhetjük, hogy a bátor felfedezők eljutottak a világ ismeretlen helyeire, és azt is, hogy az emberiség egy részé-nek egyik alapvető élelmiszere a liszt lett. Ezen kívül persze sok más megvalósult és meg nem valósult találmány épült erre a kiszámíthatatlan, de mindig jelenlévő energiára.

Hazánk nem tartozik a szélben gazdag országok közé, de a szélenergia kihasználásának szinte az egész országban vannak ma is látható, vagy a történeti forrásokból részletesen feltár-ható jelei: a szélmalmok. Magyarországon a török hódoltság után jelentek meg nagyobb szám-ban a szélmalmok, bár helyenként már a 15. században is előfordultak. Elterjedésük azonban csak a 17. században vált általánossá, a legtöbb szélmalmot viszont hazánkban 1866 és 1885 között építették. Számuk így alakult: 1863-ban 475, 1873-ban 854, 1885-ben 650, 1894-ben 712 és 1906-ban 691 (Bárány–Vörös–Wagner 1970). A 19. sz. végén, a 20. sz. elején az ország szélmalmainak több mint 95%-a az Alföldön helyezkedett el (Keveiné Bárány 1991), ami ön-magában is elegendő bizonyíték arra, hogy hazánkban ezen a táján is van hasznosítható szél-energia. A régi szélmalmok többsége a Dél-Alföldön található (1. ábra), ami arra utal, hogy a szélviszonyok leginkább itt feleltek meg a nem túl magasan elhelyezett, kb. 20 kW teljesítmé-nyű szélmalmok működési feltételeinek.



1. ábra: A szélmalmok elhelyezkedése a 20. század elején, valamint a jelenleg működő szélerőművek az Alföldön és környezetében 2010 szeptemberében (Keveiné Bárány 1991 és [www.mszt.hu](http://www.mszt.hu) alapján).

A „szélerőműparkok” megnevezései:

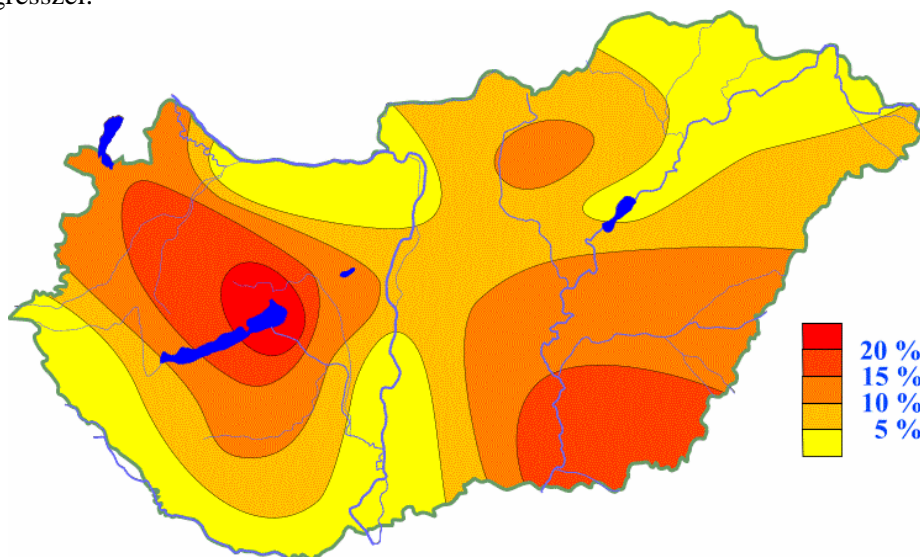
1. Mezőtúr (1x1500kw),
2. Törökszentmiklós (1x1500kw),
3. Erk (1x800kw),
4. Bükkaranyos (1x225kw),
5. Felsőzsolca (1x1800kw)

\* Dr. Tar Károly, ny. tszvv. egyetemi docens, kandidátus, Nyíregyházi Főiskola, Turizmus és Földrajztudományi Intézet

Az egykori szélmalмок helyei tehát a vizsgálatok szerint (Keveiné Bárány 2000, 2001) pontosan kijelölik azokat a térségeket, ahol minden valószínűség szerint gazdaságos szélenergia kitermelés lehetséges.

Ma persze már más az igényünk: liszt helyett áram folyjon. A néhányszor 100 kW-os szélturbinák telepítésével 2000-ben nálunk is elkezdődött a szélenergia nagyüzemi hasznosítása. Jelenleg (2010. szeptember) hazánkban 37 helyen 155 darab szélerőmű üzemel 295 325 MW összteljesítménnyel (www.mszt.hu).

A Magyar Szélenergia Társaság honlapján lévő térkép szerint az alföldi szél villanyárammá alakítása még várat magára (ld. 1. ábra). E tanulmánnyal ehhez próbálunk segítséget adni. A 2. ábra szerint ugyanis a Dél-Alföld az 5 m/s-ot meghaladó szelek gyakoriságát tekintve összemérhető a szélenergia hasznosítás szempontjából kitüntetett észak-nyugati országrésszel.



2. ábra. A 10 m-en mért 5 m/s-nál nagyobb szélességek térbeli eloszlása (Radics et al 2010)

## 2. Előzmények

Magyarország legjelentősebb szelei makroklimatikus eredetűek. A helyi okokból létrejövő, a felszín vízszintes és függőleges tagoltsága, halmazállapotbeli különbsége által okozott légáramlások azonban a gradiens szélre rátevődve részt vesznek az eredő szélvektor kialakításában.

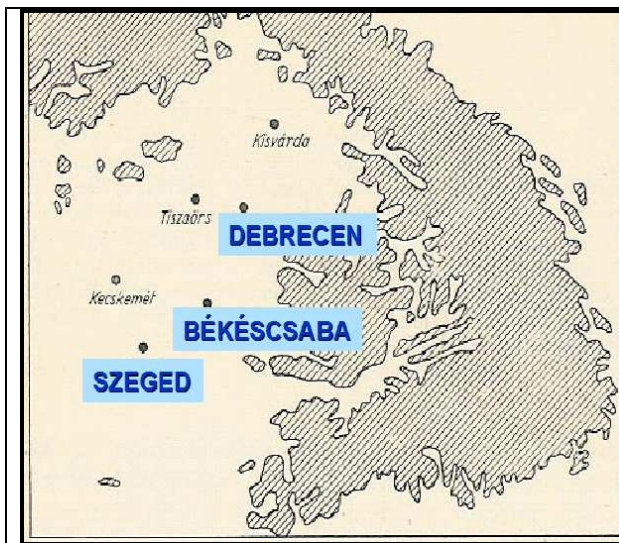
Az orográfianak hazánk szélklímájára gyakorolt hatását több kutató vizsgálta. A domborzatból eredő hőmérsékleti különbségek hatására kialakuló „hegy-völgyi szél” (inkább hegység-síkvidéki) gondolatát Hegyfok (1904) vetette fel. Defant (1924) pedig teljes egészében ezzel magyarázta a Kárpát-medence cirkulációját. Berényi (1932) szerint azonban a széleloszlás nem termikus okokra, hanem a környező hegláncok orografikus módosító hatására vezethető vissza. Péczely (1963) szerint ezek a vizsgálatok nem szolgáltatnak kellő bizonyítékot a hegység-síkvidék cirkuláció elfogadásához vagy elutasításához. Az általa kidolgozott statisztikai próba alapján ő arra a következtetésre jutott, hogy az Alföld tiszántúli tájain megvan a hajlam az ilyen, termikus eredetű cirkuláció kialakulására.

Jelen munkánk Berényi (1932) és Péczely (1963) kutatásaihoz kapcsolódik. Részletes statisztikai analízis alapján megpróbáljuk eldönteni, hogy az Alföld észak-keleti, keleti részén a szélcsatorna-hatás, vagy a hegyek közelsége miatt kialakuló termikus hatás a domináns, és ez hogyan jelentkezik a szélenergia mennyiségében.



### 3. A vizsgálat módszere

A módszer lényege, hogy a hegyek felől és a síkság felől fújó szeleket különböztetjük meg, azaz a cirkulációnak csak az odaérkező ágával foglalkozunk. A 3. ábra Péczely (1963) állomáshálózatát mutatja, a vonalkázott terület tengerszint feletti magassága meghaladja a 400 métert. Mostani vizsgálataink adatbázisát Debrecen, Békéscsaba és Szeged *óránkénti, a klimatológiai vizsgálatoknál szokásos 16 szélirány és óránkénti szélesebesség regisztrátumai* alkotják az 1991–2000 évekre. Lényegesen hosszabb időszak részletesebb felbontású adatait elemezzük tehát, mint az említett tanulmány, az egész évre vonatkoztatva. A fenti három állomásra a hegyek felől és a síkság felől fújó szelek irányainak a Péczely által meghatározottakat tekintjük, de foglalkozunk az ebből a szempontból közömbösnek mondható szélirányokkal is. A három széliránycsoportot az 1. táblázatban közöljük.



3. ábra.

Az állomáshálózat elhelyezkedése

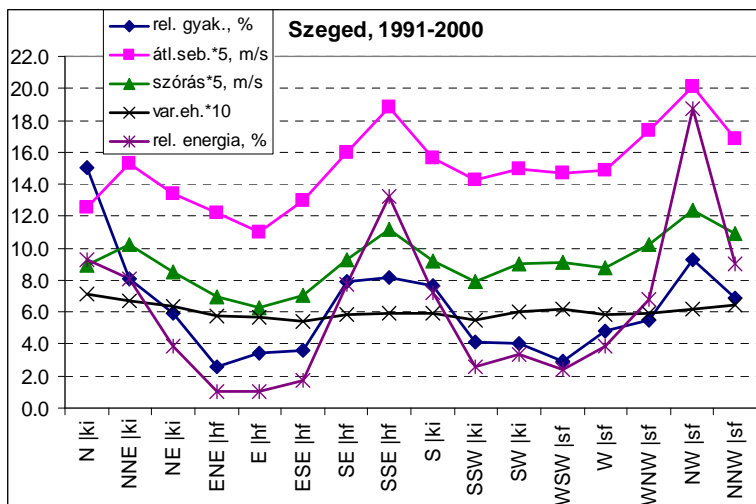
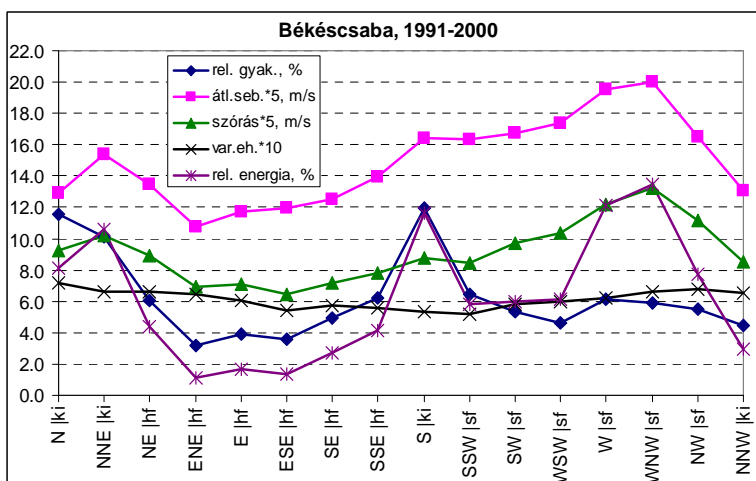
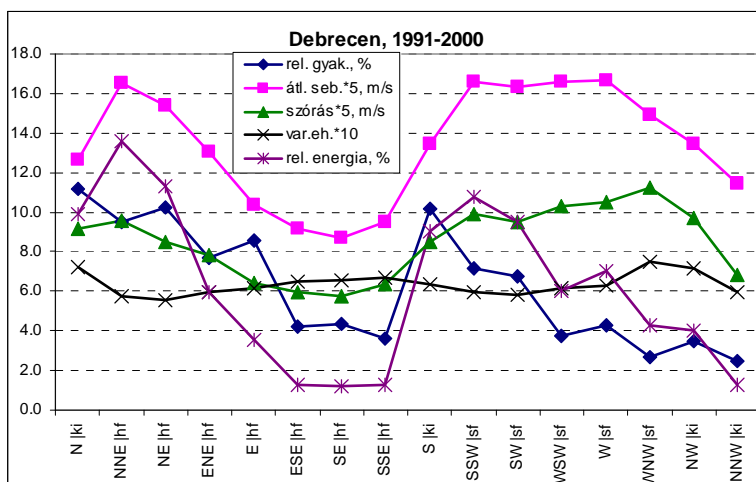
(A sátozott területek tengerszint feletti magassága nagyobb, mint 400 m.)

1. táblázat: A hegyek felől (hf) és a síkság felől (sf) fújó szelek irányai, valamint az ebből a szempontból közömbös (ki) szélirányok.

Megfigyelő állomás	hf	sf	ki
Debrecen	NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE	SSW, SW, WSW, W, WNW	S, NW, NNW, N
Békéscsaba	NE, ENE, E, ESE, SE, SSE	SSW, SW, WSW, W, WNW, NW	S, NNW, N, NNE
Szeged	ENE, E, ESE, SE, SSE	WSW, W, WNW, NW, NNW	S, SSW, SW, N, NNE, NE

### 4. A szélirányok statisztikai jellemzői

A 4. ábrán a 16 szélirány legfontosabb statisztikai jellemzőit ábrázoltuk: a relatív gyakoriságukat (%), az átlagos sebességüket (m/s), a sebességük szórását (m/s), a variációs együtthatókat (relatív szórás: szórás/átlag), valamint relatív energiatartalmukat, azaz az összes szélenergiaának az adott szélirányra eső hányadát (%). A könnyebb együtt ábrázolhatóság miatt az átlagok és a szórások 5-szöröseit, a variációs együtthatók 10-szereseit használtuk. A vízszintes tengelyen pedig jeleztük, hogy az adott szélirány hegyfelőli (hf), síkság felőli (sf), vagy közömbös (ki).



4. ábra. A szélirányok relatív gyakorisága (%), átlagsebessége (m/s), a sebességük szórása (m/s), variációs együtthatója és relatív energiatartalma (%) az 1991–2000 időszakban.

hf: a hegyek felőli, sf: a síkság felőli, ki: a közömbös szélirányok.

Mindhárom állomáson a legnagyobb gyakoriság egy-egy közömbös iránynál figyelhető meg, de az ilyen irányokhoz minimális, vagy ehhez közeli gyakoriságok is tartoznak. Az átlag és a szórás menete közel párhuzamos mindhárom esetben, azaz a nagy átlagsebességű szelek sebességének változékonysága is nagy. Ezt a variációs együttható igen kis ingadozása is alátámasztja: ez Debrecenben 0,55 és 0,75, Békéscsabán 0,52 és 0,72, Szegeden pedig 0,54 és 0,71 közé esik. A relatív energiatartalom nagyjából a relatív gyakorisággal együtt változik.

A szélirányok gyakorisága és a többi paramétere közötti kapcsolatot lineáris korrelációval és regresszióval vizsgáltuk. A 2. táblázatban megadjuk a lineáris korrelációs együttható és a regressziós együttható értékeit. A korrelációs együttható 0,05 szignifikancia szinthez tartozó kritikus értéke esetünkben ( $n=16$ )  $r_{0,05}=0,4973$ , vagyis a kapcsolat Szegeden a szórások, valamint mindhárom állomáson a relatív energiatartalom esetében tekinthető statisztikai értelemben meghatározottnak. Utóbbi azt is jelenti, hogy a szélirányok energiatartalmát nem a sebesség, hanem az előfordulás gyakorisága határozza meg elsősorban.

2. táblázat: A szélirányok gyakorisága és a többi statisztikai jellemzője közötti lineáris korrelációs együttható ( $r$ ) és a regressziós együttható ( $b$ ) értékei (dőlt: szignifikáns esetek).

Megfigyelő állomás	átlagsebesség		szórás		energia	
	$r$	$b$	$r$	$b$	$r$	$b$
Debrecen	0,2045	0,039	0,0470	0,006	<i>0,7428</i>	<i>1,011</i>
Békéscsaba	0,2328	0,049	0,2499	0,036	<i>0,6502</i>	<i>0,978</i>
Szeged	0,2947	0,045	<i>0,5209</i>	<i>0,054</i>	<i>0,7106</i>	<i>1,089</i>

Az  $y=a+bx$  egyenletben a  $b$  regressziós együttható a függő változónak a független változó értékének egységnyi megváltozására való érzékenységet is mutatja. A szignifikáns esetekben ez a következőképpen alakul: a relatív gyakoriság 1%-nyi megváltozása Szegeden okozza az energiatartalom legnagyobb (1,089 %), Békéscsabán pedig a legkisebb (0,978 %) megváltozását. Az 1 körüli értékek mindhárom állomáson arra utalnak, hogy a szélirányok gyakorisága és relatív energiatartalma lényegében együtt változik. Szegeden pedig a szórás esetében ez a változás 0,054 (m/s)/%.

## 5. A széliránycsoportok statisztikai jellemzői

A 3. táblázatban a három széliránycsoport relatív gyakoriságát, átlagos szélesebségét, összes és átlagos (a széliránycsoport egy tagjára eső) energiatartalmát adjuk meg. Debrecenben a hegyek felől fújó, a másik két állomáson pedig a közömbös szélirányok gyakorisága a legnagyobb, Debrecenben a síkság felől fújó, a másik két állomáson pedig a hegyek felől fújó szélirányok gyakorisága a legkisebb. Legnagyobb átlagsebessége azonban mindhárom állomáson a síkság felől fújó szeleknek van, a legkisebb pedig a hegyek felőlieknek. A relatív gyakoriság és az összes energiatartalom közötti linearitás most csak Debrecenben mutatkozik meg, itt a leggyakrabban előforduló szelek, a hegyek felőliek rendelkeznek a legtöbb energiával – a másik két állomáson pedig a síkság felőliek. A csoportok átlagos, azaz egy szélirányra eső energiája azonban mindhárom állomáson a síkság felőliek esetében a legnagyobb, a hegyek felőliek esetében a legkisebb.

A táblázat szerint az átlagsebesség és az energiatartalmak Békéscsabán a síkság felőli szelek esetében a legnagyobbak: 3,6 m/s, 51,2, ill. 8,5%. A legkisebb átlagsebességű csoport a hegyek felőli szelek csoportja Debrecenben (2,4 m/s), a legkisebb összes és átlagos energiájú csoport pedig szintén a hegyek felőli szelek csoportja Békéscsabán.

3. táblázat. A széliránycsoportok statisztikai jellemzői.

Megfigyelő állomás	Széliránycsoport	Relatív gyakoriság	Átlagsebesség (m/s)	Összenergia %	Átl. energia %
Debrecen	hegyek felől (hf)	0,4818	2,4	38,2	5,5
	síkság felől (sf)	0,2457	3,2	37,6	7,5
	közömbös (ki)	0,2725	2,5	24,2	6,0
Békéscsaba	hegyek felől (hf)	0,2795	2,5	15,4	2,6
	síkság felől (sf)	0,3397	3,6	51,2	8,5
	közömbös (ki)	0,3808	2,9	33,4	8,3
Szeged	hegyek felől (hf)	0,2571	2,8	24,8	5,0
	síkság felől (sf)	0,2934	3,4	40,8	8,2
	közömbös (ki)	0,4495	2,9	34,4	5,7

Az 5. ábrán az egyes széliránycsoportok és az összes irány sebességeloszlását adjuk meg. Az ábrák szerint a legnagyobb különbség hegyek felőli és a síkság felőli szelek eloszlásában van, míg az összes irány és a közömbös irányok sebességeloszlása alig különbözik egymástól. A  $\chi^2$ -próbával elvégzett homogenitás vizsgálat (Dévényi–Gulyás 1998) eredménye is ezt igazolja: mindhárom helyen szignifikáns különbség van a különböző széliránycsoportok sebességeloszlása között a semleges csoport (ki) és az összes szélirány (sf+hf+ki) kivételével.

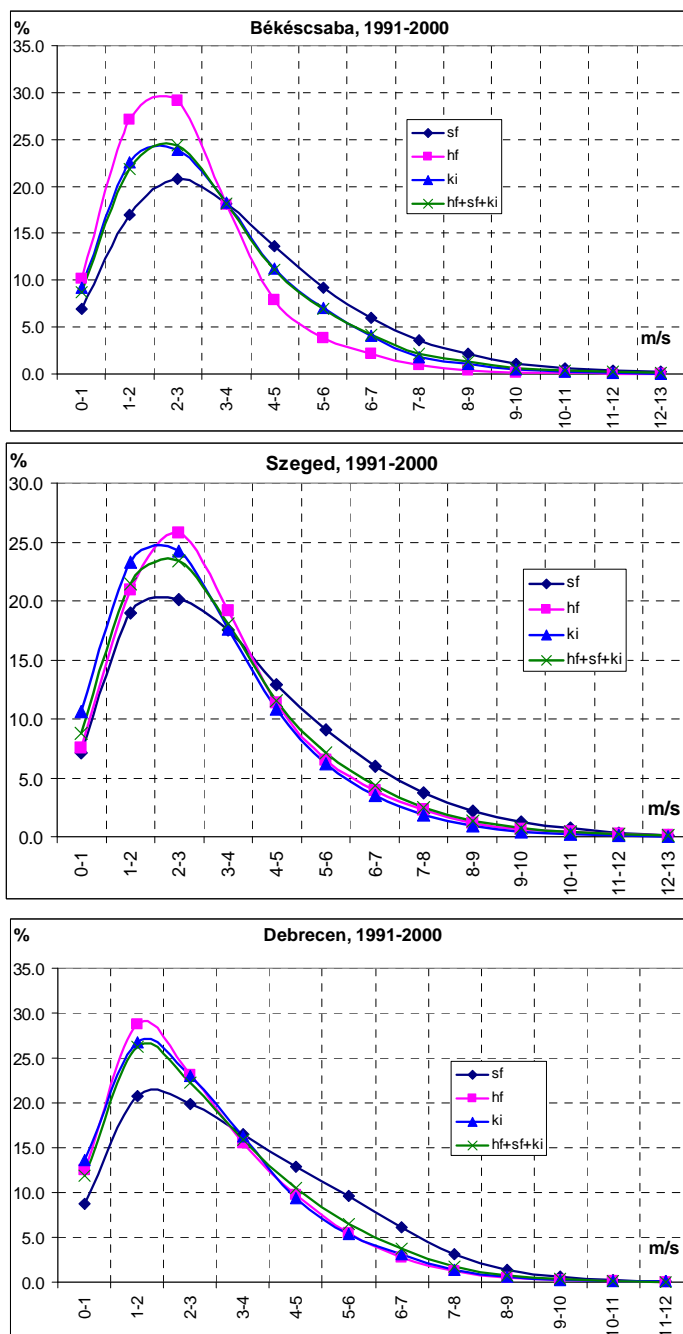
## 6. A széliránycsoportok relatív gyakoriságának napi menete

Az 6. ábrán együtt ábráztuk az egyes széliránycsoportok relatív gyakoriságának napi menetét az óránkénti átlagos szélesebesség és relatív szélenergia napi menetével, Utóbbi a napi összes szélenergiának az adott órára eső hányada.

Debrecenben és Békéscsabán a hegyek felől és a síkság felől fújó szelek relatív gyakoriságának a felszínnek felmelegedésének megfelelő markáns, ellentétes napi menete van. Vagyis: éjjel a lejtőkön erősen lehűlő levegő a síkság felé „lefolyik”, nappal a lejtőkön erősen felmelegedő és függőlegesen feláramló levegő a síkság felől pótlódik. A közömbös irányok előfordulásában egyik állomáson sem látszik határozott napi menet, ami azt is jelentheti, hogy a szélirányok csoportosítása majdnem tökéletes. Ennek ellentmond azonban az enyhe emelkedő trend, Szegeden pedig a síkság felőli irányok gyakoriságánál hiányzik a határozott napi menet, a közömbös irányoké pedig valószínűleg nem véletlenszerű. Figyelemre méltó még az is, hogy a hegyek felőli és a síkság felőli szelek éjszakai gyakoriságai Debrecenben lényegesen eltérnek egymástól, míg a másik két állomáson nem.

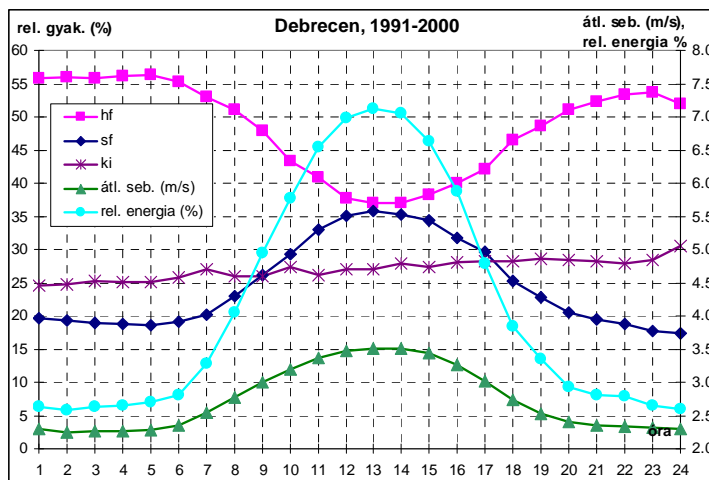
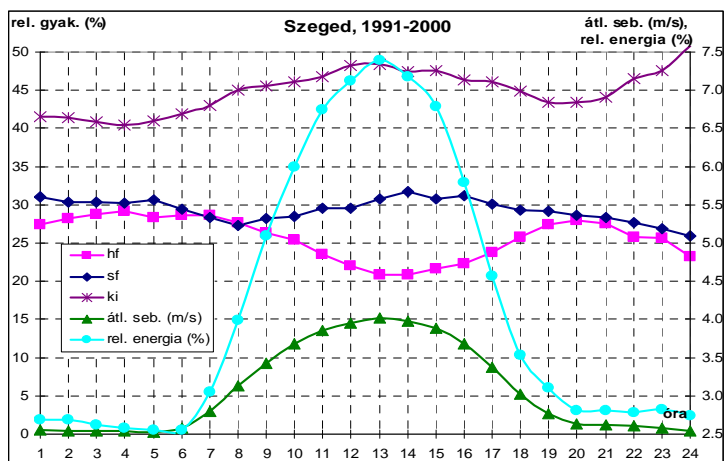
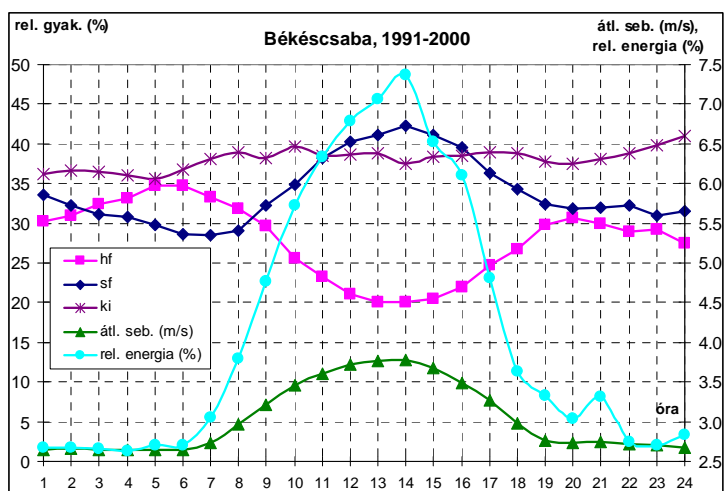
Az ábrából sejthető, hogy az óránkénti értékek között szoros sztochasztikus kapcsolat Debrecenben és Békéscsabán a hegyek felőli és a síkság felőli szélirányok relatív gyakorisága, valamint az átlagsebesség és az energiatartalom között van. Szegeden viszont a síkság felől fújó szeleket valószínűleg a közömbösek váltják fel ebben a vonatkozásban. A részletes elemzésre most is a lineáris korrelációt és regressziót használtuk. A 4. táblázatban megadjuk a lineáris korrelációs együttható és a regressziós együttható értékeit az egyes széliránycsoportok esetében. A korrelációs együttható 0,05 szignifikancia szinthez tartozó kritikus értéke most ( $n=24$ )  $r_{0,05}=0,3893$ . A szignifikáns korrelációs együtthatók szerint Debrecenben és Békéscsabán az óránként átlagsebességeket és relatív energiatartalmakat a hegyek felől és a síkság felől fújó szelek alakítják. A hf szelek gyakoriságának egységnyi (1%) megváltozása Debrecenben az óránként átlagsebességekben 0,07 m/s, a óránkénti

relatív energiatartalomban pedig 0,24% *ellentétes előjelű* változást okoz. Békéscsabán ezek az értékek 0,08 m/s, ill. 0,32%. Az sf szelek gyakoriságának egységnyi megváltozása pedig Debrecenben az óránként átlagsebességekben szintén 0,07 m/s, a óránkénti relatív energiatartalomban pedig 0,26% *ugyanolyan előjelű* változást okoz, Békéscsabán ezek az értékek 0,09 m/s, ill. 0,36%.



5. ábra: Az egyes széliránycsoportok sebességeloszlása

(hf: a hegyek felőli, sf: a síkság felőli, ki: a közömbös szélirányok, hf+sf+ki: az összes szélirány).



6. ábra. Az egyes széliránycsoportok (hf: a hegyek felőli, sf: a síkság felőli, ki: a közömbös szélirányok) relatív gyakoriságának, illetve az irányoktól független átlagos szélsébség (m/s) és relatív energiatartalom (%) napi menete.



Szegeden a szignifikáns korrelációs együtthatók a hegyek felőli és a közömbös szélirányokhoz tartoznak. Itt hf szelek gyakoriságának egységnyi megváltozása az óránkénti átlagsebességekben 0,17 m/s, az óránkénti relatív energiatartalomban pedig 0,56 % *ellentétes előjelű* változást okoz. A ki szelek gyakoriságának egységnyi megváltozása pedig az óránkénti átlagsebességekben 0,13 m/s, az óránkénti relatív energiatartalomban pedig 0,41 % *ugyanolyan előjelű* változást okoz.

Annak eldöntéséhez, hogy a relatív gyakoriságok változása az átlagsebességeket vagy az energiatartalmat befolyásolja jobban egy olyan mutatót, paramétert kell konstruálni, amely független a mintaelemek (x) nagyságrendjétől és mértékegységétől. Erre legalkalmasabbnak tűnik a normált értékből ( $[x\text{-átlag}]/\text{szórás}$ ) meghatározott regressziós együttható. Belátható azonban, hogy az így transzformált adatok esetében a regressziós együttható és a korrelációs együttható értéke megegyezik. Így viszont a 4. táblázatból megadható a válasz a kérdésre: a széliránycsoportok relatív gyakoriságának változása az irányoktól független átlagsebességet és energiatartalmat ugyanolyan mértékben befolyásolja az egyes állomásokon. A hatás Debrecenben és Békéscsabán egyformán erősebb, mint Szegeden.

4. táblázat. Lineáris korreláció (r) és regresszió (b) a széliránycsoportok óránkénti relatív gyakorisága, valamint az óránkénti átlagos szélsébség és relatív energiatartalom között (dőlő: szignifikáns esetek).

Megfigyelő állomás	Széliránycsoport	r		b	
		átl. seb.	energia	átl. seb.	energia
Debrecen	hegyek felől (hf)	-0,970	-0,962	-0,07	-0,24
	síkság felől (sf)	0,987	0,988	0,07	0,26
	közömbös (ki)	0,164	0,125	0,05	0,14
Békéscsaba	hegyek felől (hf)	-0,911	-0,907	-0,08	-0,32
	síkság felől (sf)	0,907	0,911	0,09	0,36
	közömbös (ki)	0,341	0,313	0,11	0,41
Szeged	hegyek felől (hf)	-0,828	-0,847	-0,17	-0,56
	síkság felől (sf)	0,362	0,371	0,14	0,45
	közömbös (ki)	0,618	0,631	0,13	0,41

## 6. Következtetések

Általánosságban azt lehet mondani, hogy az Alföld észak-keleti, keleti részén a síkság felől fújó szelek – elsősorban definíciójukból következően - ritkábbak, de fajlagosan nagyobb átlagsebességűek és energiájúak, aminek oka egyértelműen a szélcsonna hatás, Ugyanakkor a két iránycsoport gyakoriságának, valószínűségének napi ritmusát feltételezhetően termikus eredetű folyamatok szabályozzák. A dél-keleti részen, Szegeden az utóbbi esetben is a csatorna-hatás látszik dominánsnak.

## Irodalom

- Bárány, I.–Vörös, E.–Wagner, R. 1970: The influence of the wind conditions of the Hungarian Alföld on the geographical distribution of mills. Acta Climatologica, Tom. IX. fasc. 1–4. pp. 73–81.
- Berényi D. 1932: Hegy-völgyi szelek a Tiszántúlon, Időjárás, 36. pp. 81–89,
- Defant, A. 1924: Die Windverhältnisse im Gebiete der Ehemaligen Öster.–Ungar. Monarchie, Wien
- Dévényi D.–Gulyás O. 1998: Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában. Tankönyvkiadó, Budapest

- Hegyfoky K. 1904: A hegyi és völgyi szél, *Atmosfera*, 8. pp. 81–93.
- Keveiné Bárány I. 1991: A szélerő hasznosítás éghajlati adottságai az Alföldön. *Földrajzi Értesítő*, XL., 3–4. pp. 55–69.
- Keveiné Bárány I. 2000: Adatok a szélerő-hasznosítás alföldi lehetőségeihez. Megújuló energiaforrások-bioüzemanyagok. Energiahatékonysági konferencia. Kecskemét, pp. 44–50.
- Keveiné Bárány I. 2001: A szélenergia potenciál és a farmergazdaságok vízszükséglete közötti kapcsolat a Dél-Alföldön. A szélenergia hasznosítása a vízgazdálkodásban. A Magyar Szélenergia Társaság Kiadványai, No. 1. pp. 45–52.
- Péczely Gy. 1963: A Magyar Alföld és a környező hegyvidék légcseréje, *Időjárás*, 67. pp. 233–238.
- Radics, K.–Bartholy, J.–Péliné, Cs. N. 2010: Regional tendencies of extreme wind characteristics in Hungary. *Adv. Sci. Res.*, 4. pp. 43–46.
- Tar K. 2004: Az orográfia szélklímára gyakorolt hatásának statisztikai szerkezete. In: Szerencs, Tokaj-Hegyalja kapuja c. tudományos konferencia előadásai, pp. 155–162, [www.mszt.hu](http://www.mszt.hu): a Magyar Szélenergia Társaság honlapja.

# AZ „ENERGIAFŰZ” (*SALIX VIMINALIS* L.) TERMESZTÉSE SZABOLCS-SZATMÁR-BEREG MEGYÉBEN

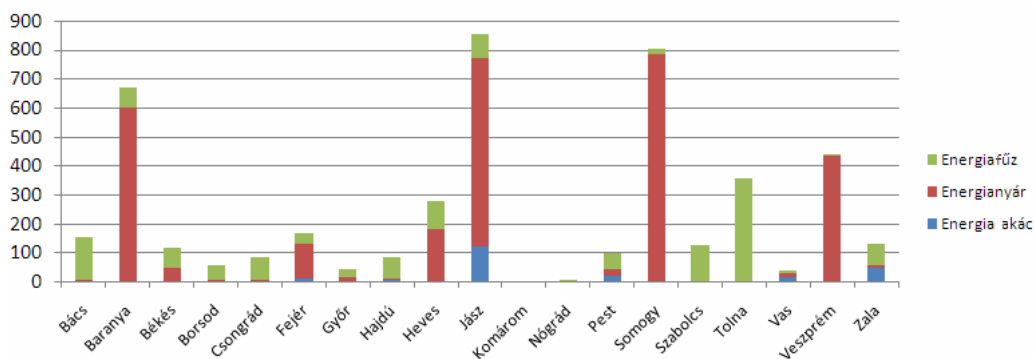
Lenti István – Kondor Attila\*

## 1. Bevezetés

Az alföldi táj valamennyi területét és szereplőjét érintik a globalizációs folyamatokból eredő változások, kihívások, mely közül az egyik legnagyobb a fosszilis energiahordozók készletének csökkenése ill. azok árának drasztikus emelkedése. Továbbá az egyre növekvő energiafogyasztás, és az azzal együtt járó üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának növekedése okoz problémát. A nem megújuló energiahordozók csökkenése, valamint az atomenergiával összefüggő félelmek és megoldatlan problémák miatt egyre inkább előtérbe kerülnek, s a „megújuló energiaforrások”, s azok megtermelése, hasznosítása szükségsszerű.

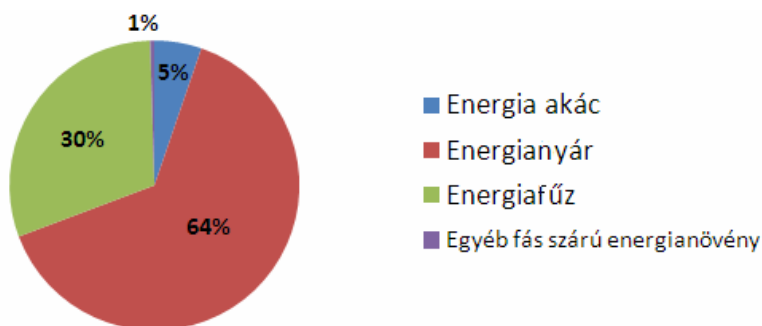
Magyarország – az Európai Unió által előírt – Megújuló Nemzeti Cselekvési Tervében vállalta, hogy 2020-ig az összes energiafelhasználáson belül a megújuló energiaforrások jelenlegi 7,5%-os értékét 13%-ra emeli (Szabó 2010). Ezen célkitűzés elérése azonban nem csupán az uniós tagságból eredő „kötelezettség”, hanem az ország környezetvédelmi- és gazdasági érdeke is.

A megújuló energiaforrások közül Magyarországon a legnagyobb potenciállal a biomassza rendelkezik. A „biomasszaként” emlegetett, nevezett növények közül egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a fás szárú energianövények. 2010-ben a termesztés alá vont terület nagysága meghaladta a 4500 hektárt. A fás szárú energianövények termesztése szempontjából kiemelkedik Baranya, Jász–Nagykun–Szolnok, Somogy, valamint Veszprém megye (1. ábra). A legnagyobb arányban termesztett növényfajok: az „energianyár” és az „energiafűz” (2. ábra).



1. ábra. Fás szárú energianövény termesztésbe vont területek Magyarországon 2010-ben  
(Forrás: Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal)

\* Dr. Lenti István főiskolai tanár, kandidátus, Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar,  
Kondor Attila terület- és településfejlesztési szakmérnök, Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal, Nyíregyháza



2. ábra. Fás szárú energianövények megoszlása Magyarországon 2010-ben  
(Forrás: Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal)

## 2. Szabolcs-Szatmár-Bereg megye természeti adottságai

Földrajzilag a megye változatos, dombosság és síkság is található itt. Két tájegységre tagolható, a Nyírségre és a Felső-Tisza-vidékre. Az Alföld legkeletibb részét alkotó Nyírségnek kb. 78%-a tartozik a megyéhez, a Felső-Tisza-vidék kistájai közül a Rétköz teljes mértékben, a Szatmári-síkságnak, a Beregi-síkságnak és az Ecsedi-lápnak pedig egy-egy része tartozik a megyéhez.

Éghajlata kontinentális. A tél az északi fekvés miatt az Alföldnek éppen ebben a részében a legzordabb. A nyár is hűvösebb a megyében, mint az attól délre, délnyugatra fekvő területeken. A csapadékkal szűkösen ellátott alföldi tájak közül a Nyírség részesül a legtöbb csapadékban. Különösen nyáron kerül a Nyírség ebből a szempontból kedvezőbb helyzetbe. Aszályos időszakok természetesen itt is előfordulnak, de jóval ritkábban, mint a Duna–Tisza közén, vagy a Tiszántúl középső vidékein.

A megye felszínének legelterjedtebb képződménye a futóhomok. Anyagközete a pleisztocén végi iszapos folyóvízi homok, a futóhomok vastagsága néhány centimétertől 25–32 méterig változik (Borsy 1961). A futóhomokban az apró szemű homok (0,1–0,2 mm) az uralkodó. A homokbuckák anyaga északról dél felé finomodik. A megye északi felében a futóhomok a belekeveredett finom poranyag miatt sok helyen kötöttebb lett. A Nyírséget északról és keletről holocén öntésképződmények övezik. A nyírvízlaposok felszínét a legtöbb helyen humuszos öntésiszap és öntéshomok borítja. Az öntésképződmények egyik helyen iszaposabbak, máshol viszont sok homokot tartalmaznak. Ebben a tekintetben aránylag kis területen is nagy a változatosság. Nagyon különböző lehet a humusztartalmuk is.

Szabolcs–Szatmár–Bereg megyében több ezer hektár olyan terület található, amelyeken a talajok gyenge minősége vagy az időszakos vízborítás miatt a mezőgazdasági termelés kevésbé eredményes, de mégis szükséges vagy környezetvédelmi okokból, vagy azért mert az ott élő lakosság nehezen találna egyéb munkalehetőséget. Ezeken a területeken alternatív megoldást jelenthet a földhasználat során a hagyományosan termesztett növényfajok mellett a fás szárú energianövények termesztése.

## 3. Fás szárú energianövények ökológiai igényei

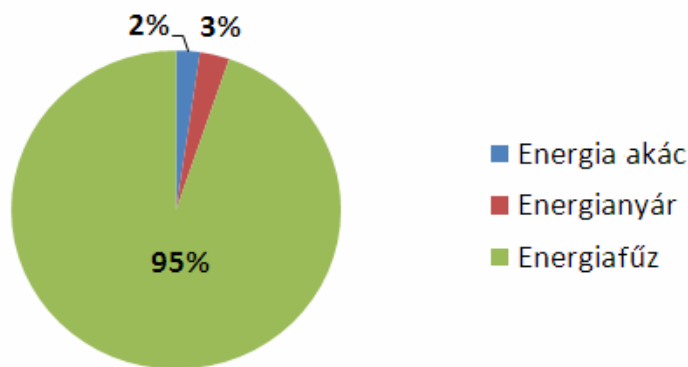
Az „energiafűz” ökológiai igényét a szakirodalmak viszonylag részletesen ismeretik. Talaja láptalaj, amelyet az anaerob bomlási folyamatok, a tözegesedés jellemez (Borhidi 1995, 2003). Számos fűzfaj, többek között a *Salix viminalis* is jól tűri a magas

vízállást és a nehéz öntéstalajt, ezért elsősorban a folyók hullámterében alkotnak erdőket, cserjéseket. Soó (1970) véleménye alapján a *Salix viminalis* elterjedt a síkságtól a prealpin tájakig. A mediterránban nem őshonos. Inkább mészkedvelő faj. A nedves és időnként vízzel borított, tápanyagban és bázisokban gazdag, nyers, vagy humuszos hordalék-, kavics-, öntés- és homoktalajokon érzi jól magát. Gyakori társulás alkotó faj. E növény kevésbé válogat a talajban, ha vízellátottsága harmonikus. Viszonylag mélyre hatoló gyökere biztosítja a gyengébb minőségű talajokon történő termesztését is.

Az akác a homokos jól szellőző, laza talajokat kedveli. Legfontosabb elterjedése a barna erdőtalajokon, csernozjom, kilúgzott csernozjom talajokon van. Az „energia akác” gyökérzete nagyon levegőigényes, így a magas talajvízszint nem tesz jót neki, a legjobb, ha az 150 cm körül van. A legkedvezőbb számára a laza és középkötött, meleg földek, így kézenfekvő választás talán a homoki termőtalaj, de a csernozjom vagy réti talajok is telepíthetők vele, amennyiben azokon nincs többlet víz. A jó tápanyagellátottságú, levegős, nagy vízkapacitású talajokat kedveli. Elviseli a nedvesebb talajokat és az időszakos vízborítást is.

*Energianyár* termesztésre a belvizes területek is alkalmasak lehetnek, de ezeken a területeken az eredményességét leggyakrabban a talaj tömörsége, rossz szellőzése, az esetleges só felhalmozódás és a pangó vízborítás kialakulása akadályozza.

A megye természeti adottságait valamint a növények ökológiai igényeit figyelembe véve Szabolcs–Szatmár–Bereg megyében energetikai célú biomassa előállítására leginkább alkalmas fajok: az „energiafűz” és az energia akác. Mindkét faj a megye adott területein sikeresen termesztethetőek. Ennek ellenére a fás szárú energia ültetvények 95%-a „energiafűz” (3. ábra).



3. ábra. Fás szárú energianövények megoszlása Szabolcs–Szatmár–Bereg megyében 2010-ben

(Forrás: Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal)

Ez a magas arány nem meglepő, mert a fűz már régóta jelen van e tájban, hiszen található itt a rekettyés fűzláp (*Calamagrosti-Salicetum cinereae*), a babérfüzes nyírláp (*Salici pentandrae-Betuletum pubescentis*) és a fűz- és nyírláp (*Salicon cinereae*) is.

Az „energiafűz” termesztés sikerességének kulcskérdése a helyi körülményekhez alkalmazkodó termesztés technológia alkalmazása. Sajnos a mai napig is vannak a termesztéstechnológiának olyan elemei (növényvédelem, betakarítás), amelyek nem teljesen tisztázottak. Kutatásaink célja, hogy egy helyi körülményekhez adaptált komplex termesztéstechnológiát dolgozzunk ki.

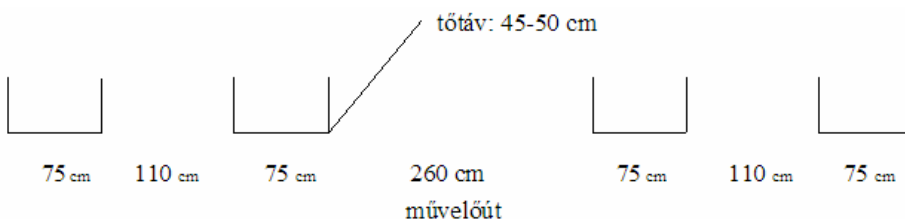
#### 4. Termőhely választás szempontjai és a telepítés

A telepítésre kijelölt „energiafűz” termőhelyét alaposan meg kell vizsgálnunk, mert egy helytelen döntéssel akár 40–50 %-al kisebb termésre lesz képes ültetvényünk, mint azt a potenciális lehetőség biztosítaná. Bár a fűz vízkedvelő növény, de nem szereti, ha a talajvíz eléri gyökérzetét. A telepítést megelőzően a területen altalajlazítást (50–60 cm) végzünk, majd célszerű 35–40 cm-es mélyszántásban részesítjük a talajt (4. ábra). Amennyiben szerves trágyát juttatunk a területre, ez a forgatás nélkülözhetetlen!

Az alkalmazott telepítési rendszer (5. ábra): 75 x 45–50 cm-es sor- és tőtáv iker-sorban, majd azt követi 110 cm széles sortáv, ezután ismét 75 x 45–50 cm-es ültetési távolság ikersorban, amit 260 cm-es művelőút követ. Így egy ha-ra 18–20 ezer dugvány kerül kihelyezésre.



4. ábra. Talajelőkészítés „energiafűz” ültetvény telepítéséhez



5. ábra. Az „energiafűz” telepítési rendszere

Az „energiafűzet” ősszel, vagy tavasszal fásdugványról szaporítjuk (6. ábra). A dugványozást október közepétől kezdjük, és gyakorlatilag a fagyok beálltaig végezhetjük. Előnye az őszi ültetésnek, hogy tavasszal korán kihajtanak a dugványok. A korán beálló esetleges szárazságtól kevésbé szenvednek, mint a tavasszal ültetettek. Hátrány, viszont, hogy nehéz megoldani a telepítés előtti jó talajmunkákat. Különösebb növényvédelmi munkát nem igényel az őszi ültetés. A tavaszi dugványozást akkor kezdhetjük, amikor rámehetünk a talajra; február végétől május elejéig tarthat.





6. ábra. A telepítésre előkészített szaporítóanyag

## 5. Növényápolás

Tavaszi telepítés esetén a talaj előkészítéskor célszerű inszekticides talajkezelést végeznünk. A gyomok irtása ültetést követően az egyik legfontosabb növényvédelmi teendő. A kissé feltöltögetett dugványok talaját, az ültetést követő 10–15 napon, mechanikai gyomirtásban és talajlazításban kell részesíteni.

Az „energiafűz” gyomnövény-társulásai:

- *Amarantho-Chenopodietum albi* (Disznóparéj-libatop társulás),
- *Caucalidi lappulae-Setarietum* (Ördögbocskor-muhar társulás),
- *Hordeo murino-Chenopodietum albi* (Egérárpa-libatop társulás),
- *Agropyretum repentis* (Tarackbúza társulás),
- *Bromo-Chenopodietum albi* (Rozsnok-libatop társulás),
- *Spergulo-Aperetum spica-venti* (Csibehúr-széltippán társulás),
- *Tanaceto-Artemisietum vulgaris* (Varádics-üröm társulás).

A kihajtott fiatal fűz hajtásokat elsősorban a levéltetvek károsítják, majd rövidesen megjelenik a cserebogár és más lombfogyasztó rovar fajok (pl. *Aphis farinosa*, *Plagiodera versicolor*, *Galerucella lineola*).

A hajtásnövekedés további időszakában elsősorban a lombrágó hernyók (Fűzszövő tavaszi-moly), rovarlárvák (Fűz-olajosbogár, Törpe fűzlevelész, Üvegszárnyú fűzfalepke), esetleg levéltetvek (Zöld fűz-levéltetű, Nagy fűz-kéregtetű) károsíthatnak, melyek ellen – szükség esetén, felmérésre alapozottan – sikerrel alkalmazhatjuk a következő peszticideket: *diflubenzuron*, *teflubenzuron*, *novaluron*, *indoxakarb*, *etofenprox*, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, *lufenuron*, *metoxifenozyd*, *alfametrin*, *karboszulfán* és *eszfenvalerát*. Az ültetvényeinkben megjelenhetnek a fűzet károsító rozsdagombák. Felmérésre alapozottan döntsünk az ellenük való védekezésről! Ajánlott fungicidek: *pikoxistrobin*, *azoxistrobin*, *mankoceb*, *kresoxim-metil*, *rézoxiklorid+mankoceb*. Gyomirtásra már csak a széles művelő sorokban van szükség, amit mechanikai módszerekkel (tárca, rotációs kapa, fűnyíró gép) célszerű elvégezni. Az erőteljesen növvő „energiafűz” kiváló gyomelnyomó képességgel rendelkezik!

A hajtásnövekedés végén, a fásodás időszakában (7. ábra) erőteljesen károsíthatnak a már említett lombrágó hernyók, s hozzájuk csatlakozik még az Amerikai fehér szövőlepke (*Hyphantria cunea*), valamint a Gyapjas lepke (*Lymantria dispar*). Gyakran találkozhatunk a fásodó hajtások oldalán az Üvegszárnyú fűzfalepke lárvájának kártételével is.



7. ábra. 6 hónapos „energiafűz” állomány

A lombhullás idején az állati kártevők utolsó „rohamaikat” indítják fűzültetvényünk ellen, s készülnek a téli „pihenőre” az áttelelésre. A lombrágó hernyók és a rovarkártevők majd minden fejlődési alakja megtalálható a fűzesben, de jelen vannak a levéltetvek is.

A kettő, vagy több éves „energiafűz” ültetvényünk növényvédelme alig tér el az új telepítések védelmétől. Mindössze a kémiai gyomirtás és a kézi kapálás marad el. Minden más károsító ellen a már ajánlott készítmény-hatóanyagokkal tudunk védekezni, ha a károsítás mértéke indokolja!

Egyes szakemberek szerint súlyos kórtani problémát jelent a fűz vírusos betegsége, még mások – a levéltetű vektorral átvitt vírus (*aphidophyl stylet borne*) általi megbetegedést – amolyan „átmeneti” jellegűnek tekintik, azaz a gazdanövény azt a vegetációban „kinövi”. A termés (faanyag) betakarítását követően a fűzfa elégetésre kerül, kvázi a vírus és a károsított faanyag, mint fertőzési forrás, megszűnik.

Az „energiafűz” növényvédelmében ma nincsenek engedélyezett peszticidek! Amennyiben az elvégzett kísérleteink eredményei alapján ajánlott hatóanyagok használatát engedélyezi a szakhatóság, úgy lehetőségünk lesz egy komplex növényvédelmi technológia kimunkálására, mely a sikeres „energiafűz” termesztésének elengedhetetlen eleme, feltétele!

## 6. Tápanyag-utánpótlás

A vesszőhozamot számos tényező mellett a tápanyagellátás is jelentősen befolyásolja. A magas hozam elérésére képes állomány kialakításához megfelelő tápanyag viszszapótlásra, -ellátásra van szükség. Az „energiafűz” nagy tömegű vesszőt és zöld levelet fejlesztő, tápanyagigényes növény. Az évenkénti vesszőhozama az első évben 10–12 t/ha, ami a 4. évtől elérheti a 25–40 t/ha értéket is. Amikor a hektáronkénti vesszőhozamról beszélünk nem szabad elfelednünk, hogy a vessző mellett a növény nagytömegű zöld levélfelülettel is rendelkezik, amely kifejllesztéséhez jelentős tápanyagot igényel. Az „energiafűz” tápanyagigénye 1 tonna száraz vessző előállításához a különböző fajták esetén: N 5,3–7,5 kg; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,6–0,9 kg; K<sub>2</sub>O 1,8–3,0 kg; Ca 4,2–7,2 kg; Mg 0,4–0,7 kg. A betakarítás lombhullás után történik, így a levelekben tárolt tápanyag újrahasznosul.

A növény fajlagos tápanyagigényét és a talaj tápanyag-ellátottságát figyelembe vevő, mérlegelvű műtrágyázás jelentős vesszőhozam növekedést eredményezett, amely jelentősen befolyásolja a termesztés eredményességét.

Az „energiafűz” azon növények közé tartozik, amelyeknek jól mérhető tápanyag-reakciójuk van. A jövőben ennek függvényében a termőhelyhez adaptált tápanyag-ellátási technológia kidolgozása a cél.

A trágyázás során vesszőhozam növelése mellett igen fontos szempont a talaj termékenységének megőrzése is. A tápanyag-utánpótlás során erre mindig figyelemmel kell lennünk, hiszen az ország rendelkezésre álló erőforrásai közül a feltételeken megújulni képes talaj a legfontosabb.

Okszerű tápanyag-utánpótlással a környezeti terhelés mértéke is csökkenthető, ami környezetvédelmi szempontból egy ilyen intenzív kultúra esetén igen fontos tényező.

## 7. Betakarítás és tárolás

Az ültetvények betakarításához nagyparcellás termesztés esetén járvaaprításos betakarítási technológia alkalmazható. A betakarításra alkalmas a Class Dominátor speciális adapterrel. Ebben az esetben egy menetben történik a vesszők vágása és aprítása (8. ábra). Kisparcellák esetén a betakarítás végezhető motormanuális döntéssel (9. ábra), amelyet a levágott vesszők kézi kötegelése követ.

Az „energiafűz” komplex termesztéstechnológiájának egyik fontos eleme a betakarított vessző tárolása. A tárolás történhet a vessző aprítása nélkül, illetve szecskázott állapotban (10. ábra). A tárolás módját alapvetően a betakarítás módja határozza meg. A vesszők egyben történő betakarításának és tárolásának a kis méretű táblákon van létjogosultsága, ahol a mérethatékonyság miatt nem célszerű gépi betakarítási módot választani. A vesszők egyben történő betakarítása és később történő tárolása (11. ábra), szárítása jelentős kézimunkaigénnyel bír. Ennek következtében jól alkalmazható eljárás lehet olyan területeken, ahol jelentős munkaerőforrás áll rendelkezésre és alacsony a foglalkoztatottak aránya.

E növényfaj termesztése során a decentralizálódott energiatermelésből fakadó előnyök 1-1 település, de akár egy kistérség életében is jelentős szempontot játszhatnak újra-gondolva ezzel a település környezethez fűződő viszonyát annak ellenére, hogy Magyarországon a megújuló energiaforrásokon belül a legnagyobb potenciállal rendelkező biomassza még egy jó darabig csak egy apró részt fog képviselni a nemzet energiamérlegében.



8. ábra. A gépi betakarítás eszköze





9. ábra. Kézi betakarítás



10. ábra. „Energiafűz” szecska



11. ábra. Kévében tárolt „energiafűz”

### Irodalom

- Borhidi A. 1995: A zárwatermők fejlődéstörténeti rendszertana. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. pp. 250–251.
- Borhidi A. 2003: Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest. Pp. 383–403.
- Borsy Z. 1961: A Nyírség természeti földrajza. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Szabó G. 2010: Megújul? Hazai zöldenergia-politika. Heti Világ Gazdaság 32. évf. 39. szám 61. o.
- Soó R. 1970: A magyar flóra és vegetáció rendszertani növényföldrajzi kézikönyve IV. Akadémiai Kiadó, Budapest. 548–565 p.
- Szalay-Marzsó L. 1964: A nemesfűzek károsítói, betegségei és az ellenük való védekezés. In: Tompa K.–Bründl L. (szerk.): A fűz. Mezőgazda kiadó, Budapest. pp. 50–78.